



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
СТАНДАРТЫ

ГОСТ 25645.204-83, Безопасность радиационная экипажа космического аппарата в космическом полете. Методика расчета экранированности точек...
Spacecrew radiation safety during spaceflight. Computation methods of points shielding inside fantom

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

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 $\omega(\xi, \vec{r}_0)$ 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.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

★

© Издательство стандартов, 1984

2.2. Каждая зона объекта должна быть задана вектором поверхностей \vec{j}_K , вектором неопределенности \vec{a}_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:	$X=C$	1	1	C
	$Y=C$	2	1	C
	$Z=C$	3	1	C
Плоскость, параллельная оси:	$\frac{Y-Y_1}{Z-Z_1} = \frac{Y_2-Y_1}{Z_2-Z_1}$	4	4	Y_1, Z_1, Y_2, Z_2
	$\frac{X-X_1}{Z-Z_1} = \frac{X_2-X_1}{Z_2-Z_1}$	5	4	X_1, Z_1, X_2, Z_2
	$\frac{X-X_1}{Y-Y_1} = \frac{X_2-X_1}{Y_2-Y_1}$	6	4	X_1, Y_1, X_2, Y_2
Конус, параллельный оси:	$\frac{\sqrt{(Y-Y_1)^2+(Z-Z_1)^2}-R_1}{X-X_1} = \frac{R_2-R_1}{X_2-X_1}$	7	6	$Y_1, Z_1, R_1, X_1, R_2, X_2$
	$\frac{\sqrt{(X-X_1)^2+(Z-Z_1)^2}-R_1}{Y-Y_1} = \frac{R_2-R_1}{Y_2-Y_1}$	8	6	$X_1, Z_1, R_1, Y_1, R_2, Y_2$
	$\frac{\sqrt{(X-X_1)^2+(Y-Y_1)^2}-R_1}{Z-Z_1} = \frac{R_2-R_1}{Z_2-Z_1}$	9	6	$X_1, Y_1, R_1, Z_1, R_2, Z_2$
Цилиндр, параллельный оси:	$\frac{(Y-Y_1)^2}{a^2} + \frac{(Z-Z_1)^2}{b^2} = 1$	10	4	Y_1, a, Z_1, b
	$\frac{(X-X_1)^2}{a^2} + \frac{(Z-Z_1)^2}{b^2} = 1$	11	4	X_1, a, Z_1, b
	$\frac{(X-X_1)^2}{a^2} + \frac{(Y-Y_1)^2}{b^2} = 1$	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, 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})

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

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

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

$\xi(\vec{r}_0, \vec{\Omega})$ — 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 $\{\xi_i\}$ 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:

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

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

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

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 OPTIC)

1. Описание программы OPTIC

1.1. Программа OPTIC 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 $N < 50$ — 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 = I, имеет вещество фантома).

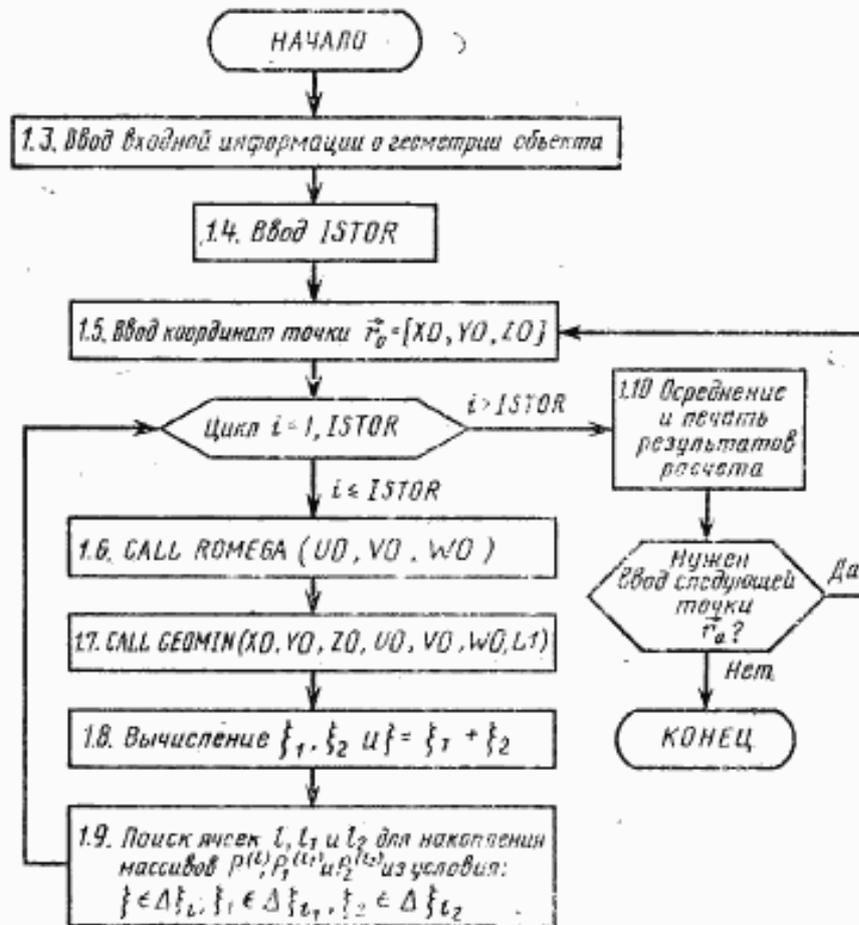
1.2.3. COMMON /AG2/ IDI (100), IP (100), SP (100), KP (100),

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 защиты 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. ISTOP — число истории, необходимое для расчета функций экранированности (рекомендуемое значение ISTOP ≥ 10000).

1.5. $\vec{r}_0 = \{X_0, Y_0, Z_0\}$ — декартовы координаты точки \vec{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 $\vec{r}_0 = \{X_0, Y_0, Z_0\}$ 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 толщины 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 толщины $\Delta\xi_l$.

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

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

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

При попадании ξ ($r_0, \vec{\Omega}$) в соответствующий интервал $\Delta\xi_l$ в накопитель информации $P^{(l)}$ добавляется 1.

1.10. Конечные функционалы получаются делением величины $P^{(l)}$ 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 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	(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
2—2			
2—3			
3—1	(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
3—2			
3—3			
4—1	(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
4—2			
5—1	((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
5—NZON			
6—1	((ID (K, J), J=1,6), K=1, NZON)	613	Векторы неопределенности. $\vec{a}_K(\vec{r}_K)$ — 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
6—NZON			
7—1	((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.
7—N			
8—1	(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
8—2			
9—1	(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, . . .
9—5			
9—5			
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

3. Текст программы OPTIC

```

0001 C PROGRAM OPTIC
0002 C DIMENSION OPTT(3),OPT1(1),OPT2(1),OPT3(1),OPT4(1),OPT5(1)
0003 C COMMON/AD1/MR,MV,MI,DI(1,1),DO(1,1)
0004 C COMMON/AD2/N,NZON,ITIS,IC(1,1),M(1,1),IO(1,1),IO(1,1),KPN(1,1)
0005 C ** N-ЧИСЛО ПОВЕРХНОСТЕЙ (МАХ=5) **
0006 C ** NZON-ЧИСЛО ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗОН (МАХ=30) **
0007 C ** M-ЧИСЛО РАЗЛИЧНЫХ КРИТЕРИЕВ (МАХ=30) **
0008 C ** IC-Матрица геометрических параметров **
0009 2 READ 2,N,NZON,M,MAT,ITIS
0010 2 FORMAT(4I3)
0011 3 READ 3,(IT(I),I=1,M)
0012 3 FORMAT(24I3)
0013 4 READ 4,(MCF(I),I=1,M)
0014 4 READ 4,(MI(I),I=1,NZON)
0015 4 READ 4,((IO2(I,J),J=1,6),I=1,NZON)
0016 4 READ 4,((IO(I,J),I=1,6),I=1,NZON)
0017 4 DO 6 I=1,M
0018 4 IF(MCF(I).GT.6) GO TO 7
0019 4 NC1=MCF(I)
0020 4 READ 5,(A(I,J),J=1,NC1)
0021 4 GO TO 6
0022 7 READ 5,(IO(I,J),I=1,6)
0023 7 READ 5,(A(I,I),I=7,12)
0024 6 CONTINUE
0025 5 FORMAT(A510,C)
0026 5 READ 3,(KPN(I),I=1,NZON)
0027 5 READ 5,(PO(I),I=1,MAT)
0028 C ***** ВВОД ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАВЕРШЕН *****
0029 C ***** ПЕЧАТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАВЕРШЕН *****
0030 PRINT 600
0031 600 FORMAT(//50X,'ПОВЕРХНОСТИ (МАХ=1,13,1)//40X,45(1H*//)')
0032 PRINT 603
0033 DO 601 I=1,N
0034 NC2=MCF(I)
0035 PRINT 602,I,IT(I),MCF(I),(A(I,J),J=1,NC2)
0036 602 FORMAT(2X,I3,2X,I3,2X,I3,2X,I3,10(2X,E9.2))
0037 603 FORMAT(3X,'IN',3X,'IT',3X,'MCF',7X,'A1',9X,'A2',9X,'A3',9X,'A4',
0038 603 9X,'A5',9X,'A6',9X,'A7',9X,'A8',9X,'A9',7X,'A10')
0039 601 CONTINUE
0040 PRINT 420
0041 420 FORMAT(//2X,110(1H=1/))
0042 PRINT 604,NZON
0043 604 FORMAT(//50X,'ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗОНЫ (МАХ=1,13,1)//40X,45(1H*//)')
0044 PRINT 420
0045 PRINT 440
0046 440 FORMAT(35X,'IP7',39X,'IO')
0047 PRINT 605
0048 PRINT 420
0049 DO 606 I=1,NZON
0050 NM1=KPN(I)
0051 PRINT 607,I,MI(I),(IP7(I,J),J=1,6),(IO(I,J),J=1,6),KPN(I),PO(NM1)
0052 607 FORMAT(15(3X,I3),3X,E9.2)
0053 605 FORMAT(4X,'I',3X,'MI',4X,'I',3X,'1',3X,'2',3X,'3',3X,'4',3X,'
0054 605 1',3X,'5',3X,'6',3X,'1',3X,'2',3X,'3',3X,'4',3X,'5',3X,'
0055 605 *',3X,'KPN',3X,'PO(Г/СМ**3)')

```

```

0048 606 CONTINUE
C
0049 IF(IIDENT)511,511,512
0050 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,14)
0056 DO 81 IZ=1,L1
0057 PRINT 72,IP(IZ),SP(IZ+1),KP(IZ)
0058 72 FORMAT(5X,14,5X,E10.3,5X,14)
0059 81 CONTINUE
0060 GO TO 502
0061 511 READ 11,ISTOR
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,ISTOR
0075 CALL ROMEGA(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,ISTOR,X0,Y0,Z0
0099 430 FORMAT(/10X,'*ЧИСЛО КТОРНАЯ *',I6,5X,'*КООРДИНАТЫ ТОЧКИ*',2X,'*X0='

```

```

*E10.3,'(CM)',',2X,'Y0=',E10.3,'(CM)',',2X,'Z0=',E10.3,'(CM)',',2X')
0100 PRINT 420
0101 PRINT 450
0102 450 FORMAT(12X,'IL',3X,'DIL',3X,' P ',7X,' M ',10X,' P1 ',7X,' M1
0103 I ',10X,' P2 ',7X,' M2 ',10X,' P3 ',7X,' M3 ')
0104 PRINT 222
0105 222 FORMAT(12X,'(1E/CM**2)',',6X,' ',',6X,'(CM**2/G)',',7X,' ',',6X,'(CM**2
0106 *2/G)',',8X,' ',',6X,'(CM**2/G)')
0107 PRINT 420
C
0108 DO 500 IL=1,50
0109 DOPT1(IL)=DOPT1(IL)/1STOR
0110 DOPT1(IL)=DOPT1(IL)/1STOR
0111 DOPT2(IL)=DOPT2(IL)/1STOR
0112 IF(IL.LT.11) GO TO 501
0113 IF(IL.LT.16) GO TO 502
0114 IF(IL.LT.32) GO TO 503
0115 IL1=(IL-32)*10+100
0116 IL2=IL1+10
0117 DOPT3(IL)=DOPT1(IL)*0.1
0118 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.1
0119 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.1
0120 GO TO 504
0121 501 IL1=IL-1
0122 IL2=IL1+1
0123 DOPT3(IL)=DOPT1(IL)
0124 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)
0125 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)
0126 GO TO 504
0127 502 IL1=(IL-11)*2+10
0128 IL2=IL1+2
0129 DOPT3(IL)=DOPT1(IL)*0.5
0130 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.5
0131 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.5
0132 GO TO 504
0133 503 IL1=(IL-16)*5+20
0134 IL2=IL1+5
0135 DOPT3(IL)=DOPT1(IL)*0.2
0136 DOPT4(IL)=DOPT1(IL)*0.2
0137 DOPT5(IL)=DOPT2(IL)*0.2
0138 504 CONTINUE
0139 PRINT 440,IL,IL1,IL2,DOPT1(IL),DOPT3(IL),DOPT1(IL),DOPT4(IL),
0140 *DOPT2(IL),DOPT5(IL)
0141 410 FORMAT(2X,I3,5X,I4,'-',I4,2X,2(2X,E10.3),3X,2(2X,E10.3),3X,2(2X,
0142 *E10.3))
0143 500 CONTINUE
0144 PRINT 220
0145 220 FORMAT(//2X,110(1H*))//
0146 GO TO 13
0147 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/IOI(100),IP(100),SP(100),KP(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)23,45,4
0010      44 L=L1-1
0011          DO 46 J=2,L
0012          AI=SP(J)
0013          KI=0
0014          JV=J+1
0015          DO 47 I=JV,L1
0016          IF(AI,LE,SP(I)) GO TO 47
0017          AI=SP(I)
0018          KI=I
0019          I1=I
0020      47 CONTINUE
0021          IF(KI)48,46,48
0022      48 SI=SP(J)
0023          I2=IP(J)
0024          IP(J)=IP(I1)
0025          IP(I1)=I2
0026          SP(J)=AI
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)*ID1(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          *** РАЗЛОГ 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,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) 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,VV,WR,A(50,10),RDI(30)
0003      COMMON/AG1/N,NZDN,1Y(50),NCF(50),M1(30),IPZ(50,6),ID(30,6),KPN(30)
0004      COMMON/AG2/ID1(100),IP(100),SP(100),XP(100)
0005      DO 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 TIP1(I1,XO,UO,IDD)
0009      GO TO 15

```

```

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

```

```

0001 FUNCTION INDEX(OL)
0002 *** ВЫЧИСЛЕНИЕ НОМЕРА УЧАСТКА ДЛЯ ЗАДАННОГО РАЗЪЕМНОЙ ТОЛЩИНЫ ***
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-130.) 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)-7)-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,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+S1)*Z-S2*S2*(A(I1,1)-Y)*Z+(A(I1,2)-7)*Z
0008 UR=-UR
0009 VV=X*U*S1**2+S1*S*U+S2*S2*(V*(A(I1,1)-Y)+W*(A(I1,2)-7))
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
0008 VV=-S*A(I1,4)*V-S1*A(I1,2)*W+A(I1,4)**2*V*Y+A(I1,2)**2*W*Z
0009 WR=A(I1,4)**2*V*V+A(I1,2)**2*W*W
0010 RETURN
0011 END
0012

```

```

0001      SUBROUTINE TIPS( I1,X,Y,Z,U,V,W,IDD)
0002      COMMON/AG/UR,VV,WR,A(50,10),RO(30)
0003      S=A(I1,6)*A(I1,6)
0004      SI=A(I1,2)*A(I1,4)
0005      S2=A(I1,4)*A(I1,2)
0006      UR=A(I1,1)**2+C*S+A(I1,3)**2*S1+A(I1,5)**2*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*Y+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 TIPA(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*
1Z+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)*Y*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 CSF(10,S)
0002      *** РОЗВІДРЕННЯ СЛУЧАЙНИХ КОСФІ (C) И SINFI (S) ***
0003      DATA NMB/1/
0004      FI=RANNI(NMB)*6.283
0005      C=COS(FI)
0006      S=SIN(FI)
0007      RETURN
0008      END

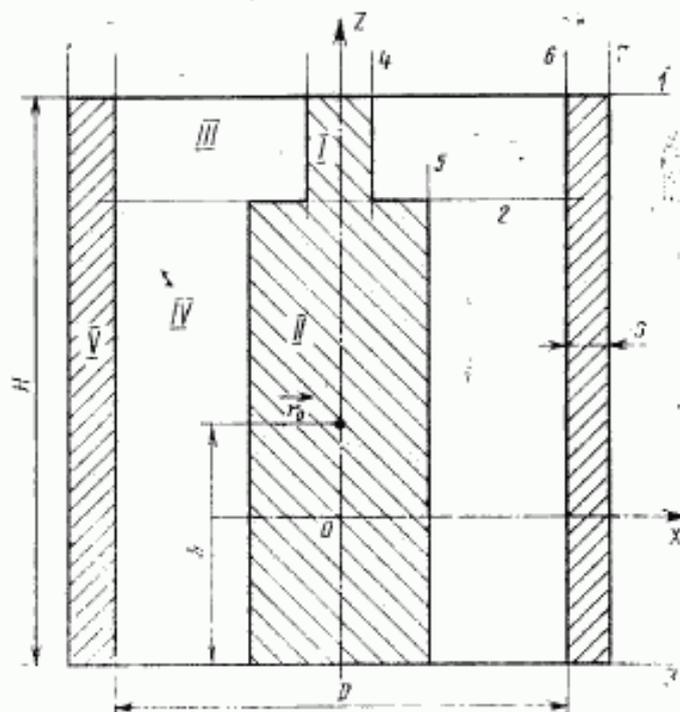
```

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 τ_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.

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																												Комменты																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	2	5	11	12	13	17	19	21	26	27	28	29	31	32	33	34	35	37	39	41	42	43	44	45	47	49	51	52	53	55	57	59	61	63	65	66	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179	181	183	185	187	189	191	193	195	197	199	201	203	205	207	209	211	213	215	217	219	221	223	225	227	229	231	233	235	237	239	241	243	245	247	249	251	253	255	257	259	261	263	265	267	269	271	273	275	277	279	281	283	285	287	289	291	293	295	297	299	301	303	305	307	309	311	313	315	317	319	321	323	325	327	329	331	333	335	337	339	341	343	345	347	349	351	353	355	357	359	361	363	365	367	369	371	373	375	377	379	381	383	385	387	389	391	393	395	397	399	401	403	405	407	409	411	413	415	417	419	421	423	425	427	429	431	433	435	437	439	441	443	445	447	449	451	453	455	457	459	461	463	465	467	469	471	473	475	477	479	481	483	485	487	489	491	493	495	497	499	501	503	505	507	509	511	513	515	517	519	521	523	525	527	529	531	533	535	537	539	541	543	545	547	549	551	553	555	557	559	561	563	565	567	569	571	573	575	577	579	581	583	585	587	589	591	593	595	597	599	601	603	605	607	609	611	613	615	617	619	621	623	625	627	629	631	633	635	637	639	641	643	645	647	649	651	653	655	657	659	661	663	665	667	669	671	673	675	677	679	681	683	685	687	689	691	693	695	697	699	701	703	705	707	709	711	713	715	717	719	721	723	725	727	729	731	733	735	737	739	741	743	745	747	749	751	753	755	757	759	761	763	765	767	769	771	773	775	777	779	781	783	785	787	789	791	793	795	797	799	801	803	805	807	809	811	813	815	817	819	821	823	825	827	829	831	833	835	837	839	841	843	845	847	849	851	853	855	857	859	861	863	865	867	869	871	873	875	877	879	881	883	885	887	889	891	893	895	897	899	901	903	905	907	909	911	913	915	917	919	921	923	925	927	929	931	933	935	937	939	941	943	945	947	949	951	953	955	957	959	961	963	965	967	969	971	973	975	977	979	981	983	985	987	989	991	993	995	997	999	1001	1003	1005	1007	1009	1011	1013	1015	1017	1019	1021	1023	1025	1027	1029	1031	1033	1035	1037	1039	1041	1043	1045	1047	1049	1051	1053	1055	1057	1059	1061	1063	1065	1067	1069	1071	1073	1075	1077	1079	1081	1083	1085	1087	1089	1091	1093	1095	1097	1099	1101	1103	1105	1107	1109	1111	1113	1115	1117	1119	1121	1123	1125	1127	1129	1131	1133	1135	1137	1139	1141	1143	1145	1147	1149	1151	1153	1155	1157	1159	1161	1163	1165	1167	1169	1171	1173	1175	1177	1179	1181	1183	1185	1187	1189	1191	1193	1195	1197	1199	1201	1203	1205	1207	1209	1211	1213	1215	1217	1219	1221	1223	1225	1227	1229	1231	1233	1235	1237	1239	1241	1243	1245	1247	1249	1251	1253	1255	1257	1259	1261	1263	1265	1267	1269	1271	1273	1275	1277	1279	1281	1283	1285	1287	1289	1291	1293	1295	1297	1299	1301	1303	1305	1307	1309	1311	1313	1315	1317	1319	1321	1323	1325	1327	1329	1331	1333	1335	1337	1339	1341	1343	1345	1347	1349	1351	1353	1355	1357	1359	1361	1363	1365	1367	1369	1371	1373	1375	1377	1379	1381	1383	1385	1387	1389	1391	1393	1395	1397	1399	1401	1403	1405	1407	1409	1411	1413	1415	1417	1419	1421	1423	1425	1427	1429	1431	1433	1435	1437	1439	1441	1443	1445	1447	1449	1451	1453	1455	1457	1459	1461	1463	1465	1467	1469	1471	1473	1475	1477	1479	1481	1483	1485	1487	1489	1491	1493	1495	1497	1499	1501	1503	1505	1507	1509	1511	1513	1515	1517	1519	1521	1523	1525	1527	1529	1531	1533	1535	1537	1539	1541	1543	1545	1547	1549	1551	1553	1555	1557	1559	1561	1563	1565	1567	1569	1571	1573	1575	1577	1579	1581	1583	1585	1587	1589	1591	1593	1595	1597	1599	1601	1603	1605	1607	1609	1611	1613	1615	1617	1619	1621	1623	1625	1627	1629	1631	1633	1635	1637	1639	1641	1643	1645	1647	1649	1651	1653	1655	1657	1659	1661	1663	1665	1667	1669	1671	1673	1675	1677	1679	1681	1683	1685	1687	1689	1691	1693	1695	1697	1699	1701	1703	1705	1707	1709	1711	1713	1715	1717	1719	1721	1723	1725	1727	1729	1731	1733	1735	1737	1739	1741	1743	1745	1747	1749	1751	1753	1755	1757	1759	1761	1763	1765	1767	1769	1771	1773	1775	1777	1779	1781	1783	1785	1787	1789	1791	1793	1795	1797	1799	1801	1803	1805	1807	1809	1811	1813	1815	1817	1819	1821	1823	1825	1827	1829	1831	1833	1835	1837	1839	1841	1843	1845	1847	1849	1851	1853	1855	1857	1859	1861	1863	1865	1867	1869	1871	1873	1875	1877	1879	1881	1883	1885	1887	1889	1891	1893	1895	1897	1899	1901	1903	1905	1907	1909	1911	1913	1915	1917	1919	1921	1923	1925	1927	1929	1931	1933	1935	1937	1939	1941	1943	1945	1947	1949	1951	1953	1955	1957	1959	1961	1963	1965	1967	1969	1971	1973	1975	1977	1979	1981	1983	1985	1987	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	2043	2045	2047	2049	2051	2053	2055	2057	2059	2061	2063	2065	2067	2069	2071	2073	2075	2077	2079	2081	2083	2085	2087	2089	2091	2093	2095	2097	2099	2101	2103	2105	2107	2109	2111	2113	2115	2117	2119	2121	2123	2125	2127	2129	2131	2133	2135	2137	2139	2141	2143	2145	2147	2149	2151	2153	2155	2157	2159	2161	2163	2165	2167	2169	2171	2173	2175	2177	2179	2181	2183	2185	2187	2189	2191	2193	2195	2197	2199	2201	2203	2205	2207	2209	2211	2213	2215	2217	2219	2221	2223	2225	2227	2229	2231	2233	2235	2237	2239	2241	2243	2245	2247	2249	2251	2253	2255	2257	2259	2261	2263	2265	2267	2269	2271	2273	2275	2277	2279	2281	2283	2285	2287	2289	2291	2293	2295	2297	2299	2301	2303	2305	2307	2309	2311	2313	2315	2317	2319	2321	2323	2325	2327	2329	2331	2333	2335	2337	2339	2341	2343	2345	2347	2349	2351	2353	2355	2357	2359	2361	2363	2365	2367	2369	2371	2373	2375	2377	2379	2381	2383	2385	2387	2389	2391	2393	2395	2397	2399	2401	2403	2405	2407	2409	2411	2413	2415	2417	2419	2421	2423	2425	2427	2429	2431	2433	2435	2437	2439	2441	2443	2445	2447	2449	2451	2453	2455	2457	2459	2461	2463	2465	2467	2469	2471	2473	2475	2477	2479	2481	2483	2485	2487	2489	2491	2493	2495	2497	2499	2501	2503	2505	2507	2509	2511	2513	2515	2517	2519	2521	2523	2525	2527	2529	2531	2533	2535	2537	2539	2541	2543	2545	2547	2549	2551

ПОВЕРХНОСТИ (NMAX= 71)

T	IN	IT	NCF	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
1	3	3	1	0.94E 02							
2	3	3	1	0.73E 02							
3	4	4	4	0.0	0.0						
4	5	5	4	0.0	0.20E 02	0.0	0.15E 02				
5	7	7	4	0.0	0.50E 02	0.0	0.10E 02				
6	7	7	4	0.0	0.60E 02	0.0	0.50E 02				
7	7	7	4	0.0	0.60E 02	0.0	0.60E 02				

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РОШН (NMAX= 5)

I	MI	1	2	3	4	5	6	1P7	IP7	3	4	5	6	KPN	ROUГ/Смеш
1	3	1	2	3	4	5	6							0	0.00E 01
2	3	1	2	3	4	5	6							1	0.00E 01
3	4	1	2	3	4	5	6							2	0.0
4	4	1	2	3	4	5	6							3	0.0
5	4	1	2	3	4	5	6							3	0.27E 01

ЧИСЛО ИСТОРИИ = 10000 КООРДИНАТЫ ТОЧКИ X0= 0.0 (CM), Y0= 0.0 (CM), Z0= 0.210E 07(CM).

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