



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИАЦИОННАЯ ЭКИПАЖА КОСМИЧЕСКОГО  
АППАРАТА В КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ

4  
МОДЕЛЬ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА  
ДЛЯ РАСЧЕТА ТКАНЕВОЙ ДОЗЫ

ГОСТ 25645.203—83

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

Москва



**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; **Э. Г. Литвинова**; **В. А. Панин**; **С. М. Перфильева**; **И. Я. Ремизов**, канд. техн. наук; **В. А. Сакович**, канд. техн. наук; **М. А. Сычков**, канд. техн. наук; **В. Б. Хвостов**, канд. физ.-мат. наук

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам № 6361 от 20 декабря 1983 г.

Безопасность радиационная экипажа космического  
аппарата в космическом полете

**МОДЕЛЬ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ РАСЧЕТА  
ТКАНЕВОЙ ДОЗЫ**

**ГОСТ  
25645.203-83**

Spacecrew radiation safety during spaceflight. Model  
of human body for computation of tissue dose

ОКП 696800

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20 декабря  
1983 г. № 6361 срок введения установлен

с 01.01.85

Настоящий стандарт устанавливает форму и основные размеры моделей тела человека и координаты представительных точек для расчета тканевых доз космических излучений и разработки конструкторской документации при проектировании этих моделей для проведения экспериментальных исследований.

Стандарт обязателен для предприятий и организаций, занимающихся научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, связанными с определением пространственного распределения поля ионизирующего излучения в теле космонавта с целью оценки эффективности радиационной защиты экипажа космического аппарата.

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Для ионизирующих излучений, воздействующих на экипаж космического аппарата, при определении характеристик поля ионизирующих излучений в теле космонавта с целью обеспечения радиационной безопасности космических полетов в качестве модели тела человека должен выбираться антропоморфный тканеэквивалентный гомогенный фантом, который должен иметь форму и усредненные размеры человека (мужчины). Допускается также использование упрощенных моделей антропоморфного фантома: цилиндрического и шарового.



1.2. Антропоморфный фантом должен использоваться для определения характеристик поля ионизирующих излучений в теле космонавта и для оценки погрешности определения этих характеристик с помощью упрощенных моделей.

1.3. Цилиндрический фантом должен использоваться при определении характеристик поля ионизирующих излучений, необходимых для расчета обобщенной дозы, с учетом пространственной неравномерности излучения, воздействующего на космонавта.

1.4. Шаровой фантом должен использоваться для приближенной оценки обобщенной дозы.

1.5. Под представительными точками в настоящих МУ принимаются точки внутри антропоморфного фантома или его упрощенных моделей, характеризующие расположение систем или органов тела человека, радиационное поражение которых имеет значение при обеспечении радиационной безопасности космических полетов. Значения эквивалентной дозы в представительных точках должны использоваться для расчета обобщенной дозы с целью оценки эффективности радиационной защиты экипажа космического аппарата.

## **2. ФОРМА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФАНТОМОВ**

### **2.1. Форма антропоморфного фантома**

2.1.1. Форма и основные размеры антропоморфного фантома, а также расположение сечений и координат точек его поверхности в цилиндрической системе координат должны соответствовать указанным на черт. 1.

2.1.2. Форма частей антропоморфного фантома, основные размеры, а также координаты  $(\Phi, R)$  для точек поверхностей сечений  $(Z)$  установлены на черт. 2—7 и в табл. 1—6:

черт. 2 и табл. 1 — для головы с шеей;

черт. 3 и табл. 2 — для туловища;

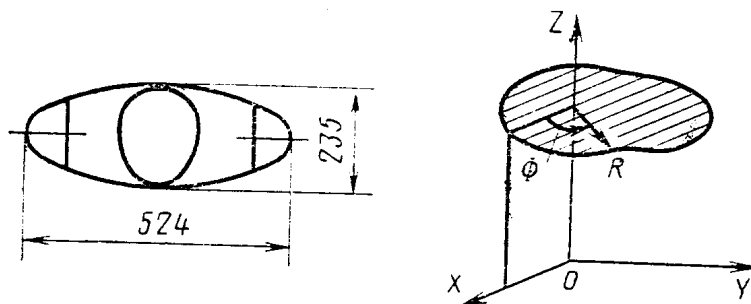
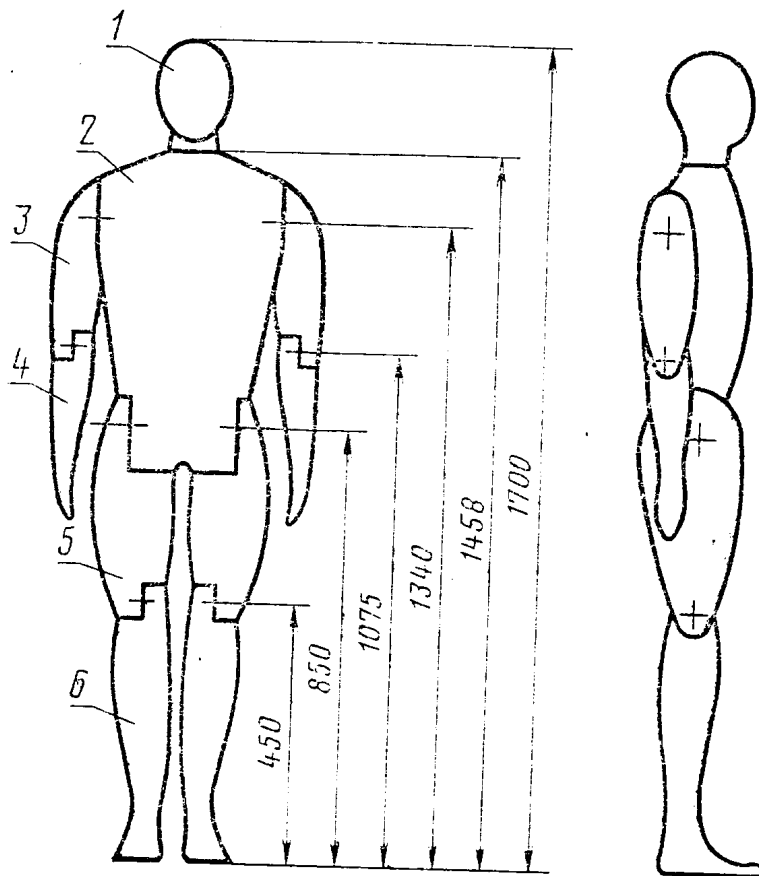
черт. 4 и табл. 3 — для плеча;

черт. 5 и табл. 4 — для предплечья;

черт. 6 и табл. 5 — для бедра;

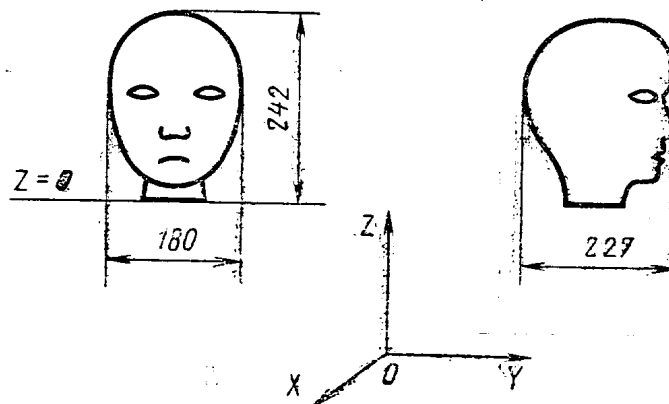
черт. 7 и табл. 6 — для голени.

2.1.3. Для математического описания и воспроизведения частей фантома должны быть использованы их сечения, приведенные в табл. 1—6, заданные координатами точек поверхности в цилиндрической системе координат.

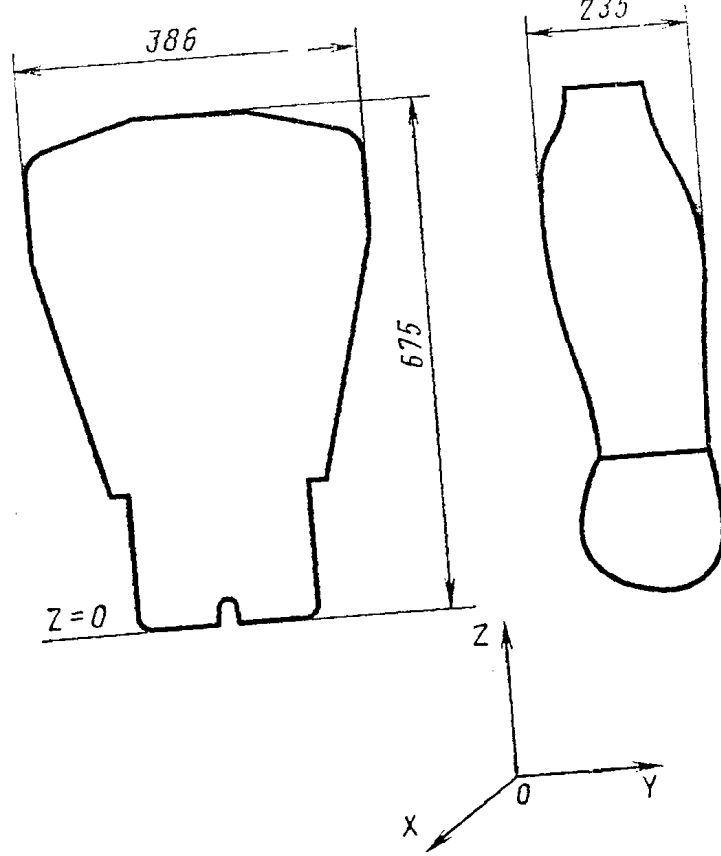


1 — голова с шеей; 2 — туловище; 3 — плечо;  
4 — предплечье; 5 — бедро; 6 — голень

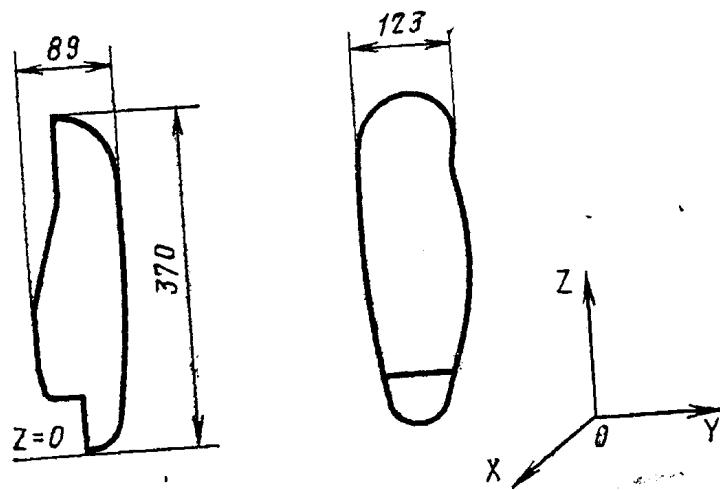
Черт. 1



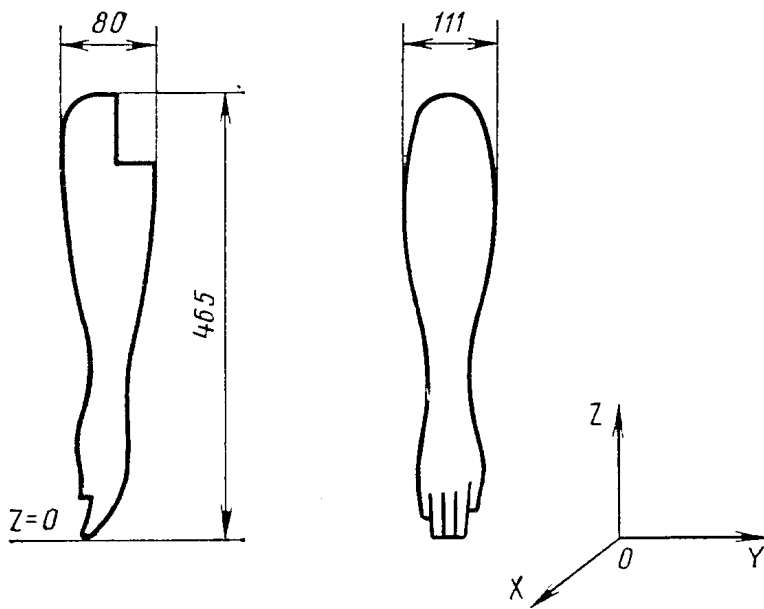
Черт. 2



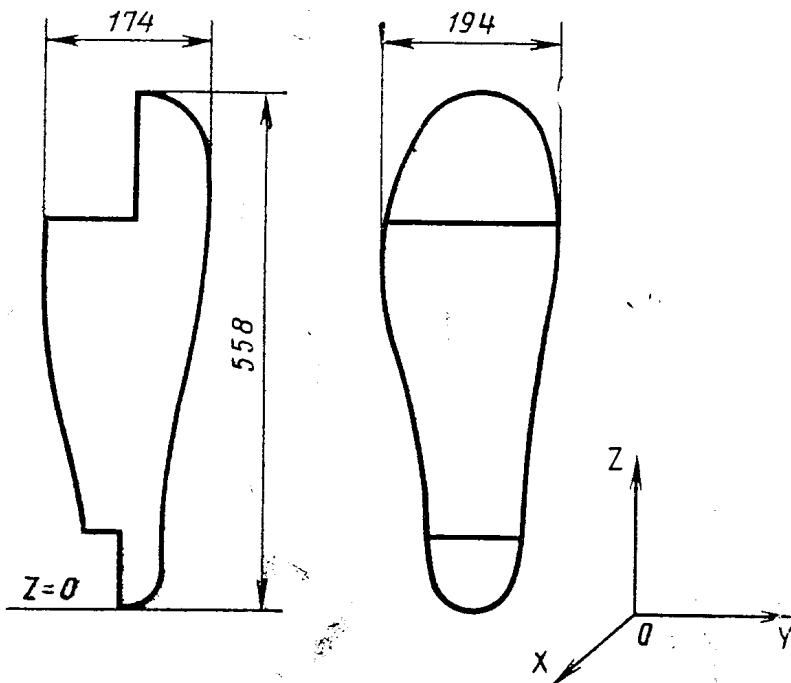
Черт. 3



Черт. 4



Черт. 5



Черт. 6









Радиус  $R$ , мм, в зависимости от угла  $\Phi$ , °

Координаты сечения $Z$ , мм	Радиус $R$ , мм, в зависимости от угла $\Phi$ , °																			
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	98	111	125	162	170	167	163	168	170	115	94	0	0	0	0	0	0
51	89	90	95	121	146	162	162	165	165	163	163	165	115	131	111	96	83	76	77	77
96	111	113	129	129	147	162	162	165	165	163	163	165	133	150	133	118	115	98	98	98
163	123	125	138	138	151	163	163	170	175	163	163	170	145	145	127	114	104	98	98	98
235	124	127	139	139	150	163	163	183	183	163	163	183	115	115	100	90	83	80	78	78
235	124	127	139	139	150	163	163	189	189	163	163	189	115	115	100	90	83	80	78	78
272	122	123	133	133	144	156	163	165	165	163	163	165	133	113	99	89	82	78	80	80
337	120	121	126	136	150	165	173	175	175	173	173	175	140	122	107	97	90	85	86	86
377	120	124	133	143	157	171	180	183	183	180	183	183	149	130	117	105	97	93	93	93
428	120	126	134	145	160	174	183	189	190	183	183	189	164	144	128	114	105	100	102	102
479	117	125	136	150	164	176	185	190	194	185	185	190	173	152	133	118	108	104	106	106
533	107	115	125	137	153	170	183	202	194	183	183	202	182	156	138	124	113	107	108	108
587	85	93	112	113	129	149	170	170	194	170	170	170	173	147	130	119	109	103	104	104
631	48	51	57	69	77	96	124	172	194	96	124	172	146	123	110	100	93	88	89	89
649	49	51	53	60	62	67	76	106	183	67	76	106	126	111	98	90	84	81	81	81
675	58	58	60	60	60	60	61	64	70	60	61	64	92	86	80	75	72	70	70	70



Координаты сечения Z, мм	$R_{\text{лев}}(\Phi_1)$	$R_{\text{лев}}(\Phi_2)$	$R_{\text{пр}}(360^\circ - \Phi_1)$	$R_{\text{пр}}(360^\circ - \Phi_2)$
0	0	0	0	0
25	149 (58)	138 (115)	149 (302)	138 (245)
51	167 (58)	156 (127)	167 (302)	156 (233)
96	168 (49)	155 (125)	168 (311)	155 (235)
163	163 (53)	140 (115)	163 (307)	140 (245)
235	163 (50)	133 (120)	163 (310)	133 (240)
235	—	—	—	—
272	—	—	—	—
337	—	—	—	—
377	—	—	—	—
428	—	—	—	—
479	—	—	—	—
533	205 (71)	214 (109)	205 (289)	214 (251)
587	207 (68)	213 (109)	207 (292)	213 (251)
631	202 (74)	205 (102)	202 (283)	205 (258)
649	—	—	—	—
675	—	—	—	—

Примечание. При построении сечения туловища для фиксированного Z используются все координаты:  $R(\Phi)$ ,  $R_{\text{лев}}(\Phi_1)$ ,  $R_{\text{лев}}(\Phi_2)$ ,  $R_{\text{пр}}(360^\circ - \Phi_1)$ ,  $R_{\text{пр}}(360^\circ - \Phi_2)$ . Точки с координатами  $R_{\text{лев}}(\Phi_1)$  и  $R_{\text{лев}}(\Phi_2)$ , а также с координатами  $R_{\text{пр}}(360^\circ - \Phi_1)$  и  $R_{\text{пр}}(360^\circ - \Phi_2)$  соединяются прямыми линиями, на которых располагаются точки сечений, обозначенные в таблице знаком (+).



Координаты сечения Z, мм	Радиус R, мм в зависимости от угла $\Phi$ , °																$R_{лев}(\Phi_1)$	$R_{лев}(\Phi_2)$		
	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340			350	360
	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20			10	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
54	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
89	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
89	39	37	35	33	30	28	26	25	24	24	25	26	28	29	30	34	36	38	38	
118	42	40	39	36	33	32	30	30	29	29	29	30	32	33	36	38	39	40	40	
170	44	40	35	32	30	27	26	26	26	27	28	31	33	38	42	44	47	47	47	
228	44	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
273	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
298	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
327	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
355	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	29(180)	
	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	39(180)	
	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	44(180)	
	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	41(180)	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	42(345)	
	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	66(353)	
	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	68(357)	
	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	65(358)	
	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	54(358)	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Примечание. Построение сечения левого (правого) плеча фантома осуществляется с использованием соответственно верхней (нижней) шкалы углов таблицы. Точки таблицы, координаты которых обозначены знаком (+), расположены на прямых линиях, соединяющих соответственно точки левого плеча с координатами  $R_{лев}(\Phi_1)$  и  $R_{лев}(\Phi_2)$ , а также точки правого плеча с координатами  $R_{пр}(\Phi_1)$  и  $R_{пр}(\Phi_2)$ .







Радиус R, мм, в зависимости от угла Ф, °

Координаты сечения Z, мм	Радиус R, мм, в зависимости от угла Ф, °																			
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	34*	55	56	57	58	59	59	59	57	57	58	59	62	64	65	64	63	62	62	31*
56	59*	63	62	61	60	59	58	57	57	56	58	59	62	66	68	68	68	68	68	57*
89	55*	80	77	75	72	71	70	69	69	70	71	73	75	78	80	81	82	83	58*	
124	55*	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	62*	
124	55	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	62	
160	63	80	77	75	72	71	70	69	69	70	71	73	75	78	80	81	82	83	68	
240	80	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	68	
328	91	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	84	
328	92*	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	98	
341	92*	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	99*	
421	95*	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	99*	
449	95*	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	99*	
495	94*	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	96*	
541	66*	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	93*	
558	0	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	90*	
	0	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	60*	
	0	93	91	90	88	85	82	80	80	79	80	83	85	89	92	94	97	97	0	



Радиус R, мм, в зависимости от угла  $\Phi$ , °

Координаты сечения Z, мм	Радиус R, мм, в зависимости от угла $\Phi$ , °																		
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
0	198	196	169	76	41	33	30	27	26	26	26	29	32	38	46	51	59	61	63
17	198	196	169	76	41	33	30	27	26	26	26	29	32	38	46	51	59	61	63
32	125	119	97	77	61	51	46	42	39	37	37	38	40	43	48	57	60	64	62
73	51	50	47	43	40	38	37	38	38	39	39	40	41	43	45	49	52	51	49
118	33	34	34	33	34	34	34	34	35	36	36	39	40	43	46	50	50	49	46
195	34	34	35	36	37	36	41	43	45	47	49	51	53	55	58	60	60	58	56
254	40	40	42	43	45	47	48	51	54	56	58	60	63	65	67	68	68	68	66
301	44	45	46	47	49	51	53	56	59	61	63	65	68	70	72	73	73	72	70
351	45	45	46	48	50	52	55	58	61	63	65	67	70	72	72	72	71	68	66
397	43	44	46	48	50	54	57	59	60	62	64	66	69	70	69	66	62	57	55
397	43*	44	46	48	50	54	57	59	60	62	64	66	69	70	69	66	62	57	55*
423	46*	46	46	48	50	54	57	59	60	62	64	66	69	70	69	66	62	57	55*
461	51*	44	46	48	50	54	57	59	60	62	64	66	69	70	69	66	62	57	58*
485	44*	44	46	48	50	54	57	59	60	62	64	66	69	70	69	66	62	57	50*
514	0	196	169	76	41	33	30	27	26	26	26	29	32	38	46	51	59	61	0

Координаты сечения Z, мм	Радиус R, мм, в зависимости от угла φ, °																	
	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
0	63	64	61	53	47	43	41	40	40	42	45	50	59	73	107	143	184	198
17	63	64	61	53	47	43	41	40	40	42	45	50	59	73	107	143	184	198
32	61	55	48	42	38	36	35	35	35	36	38	41	45	55	70	95	113	125
73	46	43	41	41	42	40	39	39	40	40	40	40	42	44	46	49	51	51
118	44	42	40	38	36	35	33	33	33	33	32	32	32	33	33	33	33	33
195	54	52	49	46	44	43	41	40	38	36	36	35	34	34	35	34	34	34
254	66	65	64	63	61	59	56	53	51	48	46	44	42	41	40	40	40	40
301	70	70	70	69	67	64	62	58	55	51	47	44	43	43	43	43	43	44
351	65	65	65	63	61	60	56	54	51	49	46	45	43	42	42	42	43	45
397	54	54	54	53	52	51	50	48	46	44	42	40	40	40	40	41	42	43
397	54	54	54	53	52	51	50	48	46	44	42	40	40	40	40	41	42	43
423	56	56	56	56	55	54	53	52	51	50	48	47	46	46	47	48	47	46
461	59	61	65	64	63	62	57	52	50	51	52	55	56	57	58	54	52	51
485	50	53	57	63	63	63	61	58	58	58	60	59	60	56	50	46	44	44
514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание к табл. 4—6. Построение левых (правых) частей фантома осуществляется с использованием соответственно верхней (нижней) шкалы углов таблицы. При построении сечения части фантома для фиксированного Z точки, обозначенные знаком (+) располагаются на прямых линиях, соединяющих точки с координатами, обозначенными индексом (\*).

2.1.4. Интерполяция координат точек поверхности между значениями, указанными в табл. 1—6, должна осуществляться по линейному закону.

## 2.2. Форма цилиндрического фантома

2.2.1. Форма цилиндрического фантома должна выбираться в виде совокупности двух эллиптических цилиндров (части I и II). Форма и размеры фантома должны соответствовать указанным на черт. 8.

2.2.2. Части цилиндрического фантома должны задаваться в прямоугольной системе координат следующими поверхностями:

$$Z = 940; Z = 700; \left(\frac{X}{70}\right)^2 + \left(\frac{Y}{100}\right)^2 = 1 \text{ для части I};$$

$$Z = 700; Z = -330; \left(\frac{X}{200}\right)^2 + \left(\frac{Y}{100}\right)^2 = 1 \text{ для части II}.$$

Значения координат  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  должны быть выражены в миллиметрах.

## 2.3. Форма шарового фантома

2.3.1. Форма шарового фантома должна выбираться в виде сферического слоя, ограниченного поверхностями концентрически расположенных сфер с радиусами соответственно 50 и 170 мм.

2.4. Химический состав тканеэквивалентного вещества фантомов должен выбираться согласно требованиям ГОСТ 18622—79.

## 3. ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫЕ ТОЧКИ ФАНТОМОВ

3.1. Представительные точки должны соответствовать следующим органам и системам организма: центральной нервной системе (ЦНС), кровеносной системе (КТС), желудочно-кишечному тракту (ЖКТ), хрусталику глаза (ХГ) и коже (КЖ).

3.2. Координаты представительных точек антропоморфного фантома приведены в цилиндрической системе координат в табл. 7.\*

3.3. Координаты представительных точек цилиндрического фантома приведены в прямоугольной системе координат в табл. 8.

3.4. Представительные точки шарового фантома должны быть расположены на расстояниях от его центра: 100 мм для ЦНС; 120 мм для КТС; 80 мм для ЖКТ; 167 мм для ХГ и 169,93 мм для КЖ.

3.5. Расположение представительных точек в антропоморфном и цилиндрическом фантомах указано на черт. 8 и 9.

---

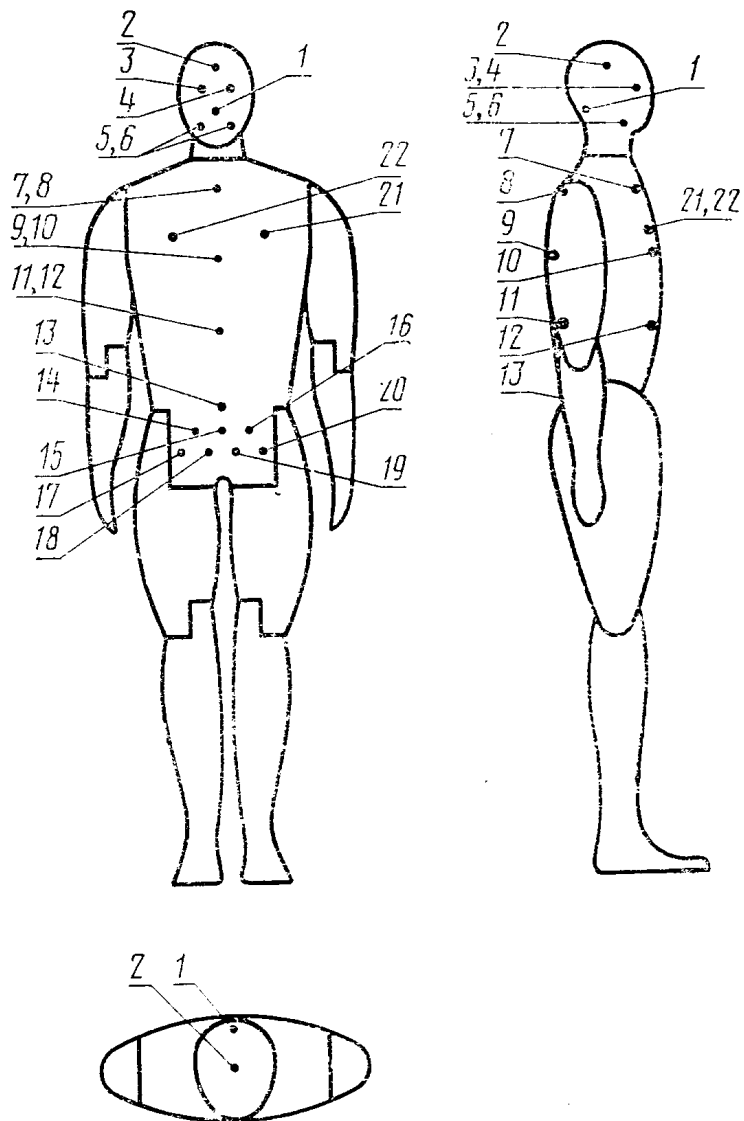
\* Координата  $Z$  дана в табл. 7 с учетом того, что голова с шеей и туловищем объединены в одну деталь.

Таблица 7

Номер пред- ставительной точки	Радиус $R$ , мм	Угол $\Phi$ , °	$Z$ , мм	Номер пред- ставительной точки	Радиус $R$ , мм	Угол $\Phi$ , °	$Z$ , мм
1	88	180	780	12	92	0	400
2	0	—	850	13	51	180	210
3	95	20	815	14	80	140	215
4	95	340	815	15	0	—	215
5	87	40	730	16	80	220	215
6	87	320	730	17	80	130	140
7	52	0	590	18	80	230	140
8	70	180	590	19	90	50	140
9	77	180	500	20	90	310	140
10	85	0	500	21	152,93	40	533
11	66	180	400	22	152,93	320	533

Таблица 8

Номер пред- ставительной точки	Координаты, мм			Номер пред- ставительной точки	Координаты, мм		
	$X$	$Y$	$Z$		$X$	$Y$	$Z$
1	0	90	800	6	100	-86,53	530
2	0	0	870	7	0	0	210
3	30	-86,73	820	8	100	30	100
4	0	70	530	9	-100	30	100
5	0	-70	530				



1,5—13, 17—20 — представительные точки КТС;  
 3, 4 — представительные точки ХГ;  
 14—16 — представительные точки ЖКТ;  
 2 — представительная точка ЦНС;  
 21, 22 — представительные точки КЖ

Черт. 9

Редактор С. И. Бобарыкин  
 Технический редактор Н. В. Келейникова  
 Корректор В. Ф. Малютина

Сдано в наб. 18.01.84.  
 1,5 усл. кр.-отт.

Подп. в печ. 27.03.84.  
 0,96 уч.-изд. л. Тир. 4000.

1,5 усл. п. л.  
 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3  
 Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 155