

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АППАРАТЫ КОСМИЧЕСКИЕ

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВТОРИЧНОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИИ

Издание официальное

Б3 4—94/147

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
М о с к в а

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Московским инженерно-физическим институтом (МИФИ) и Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИстандарт) Госстандарта России

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН в действие Постановлением Госстандарта России от 1.11.94 № 257

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Издательство стандартов, 1995

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	IV
1 Область применения	1
2 Удельные характеристики вторичного гамма-излучения конструкционных материалов	1
Приложение А Расчет удельных характеристик вторичного гамма-излучения материалов КА	20
Приложение Б Расчет удельных характеристик для эллиптических орбит	21

В В Е Д Е Н И Е

При определении поглощенной дозы излучения объектов на борту космических аппаратов и орбитальных станций (далее — КА), проведении спектрометрических измерений гамма-квантов средних энергий наряду с диффузным космическим гамма-фоном, атмосферными альбедными гамма-квантами, гамма-излучением дискретных галактических источников, солнечными гамма-всплесками и мгновенным гамма-излучением материалов конструкции КА под действием адронов космических лучей необходимо учитывать фон, обусловленный гамма-излучением активированных ядер, образующихся при взаимодействии высокозенергетических протонов первичного космического излучения и радиационных поясов Земли, ядер He, C, O, ряда тяжелых ядер, а также нейtronов альбедо Земли с материалами КА и установленной на них аппаратурой. При длительных полетах гамма-фон наведенной активности от материалов КА становится определяющим в спектрометрических исследованиях, определяет радиационную обстановку на борту КА в области энергий гамма-квантов до 10 МэВ в зависимости от массы активируемого материала, параметров орбиты и продолжительности полета КА.

Приведены в стандарте значения удельных характеристик вторичного гамма-излучения конструкционных материалов КА получены расчетно-экспериментальным путем, при этом:

— на первом этапе смоделирован процесс взаимодействия адронов (протонов и нейтронов) с веществом КА. В процессе статистического моделирования методом Монте-Карло задается энергия падающей частицы в соответствии со спектром, ее направление движения и координаты точки взаимодействия с материалом КА. В результате моделирования получены скорости образования активированных ядер, их энергии возбуждения и пространственное распределение в объеме элемента конструкции;

— на втором этапе расчета, с использованием результатов первого этапа, рассчитаны активности всех нуклидов, образовавшихся как в процессе активации материала излучением, так и в результате радиоактивных превращений активированных ядер, проведены расчеты спектрального состава и плотности рентгеновского и гамма-излучений. На основе полученных данных определены мощность дозы на внутренней поверхности конструкции КА для каждого диапазона энергий первичных частиц.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АППАРАТЫ КОСМИЧЕСКИЕ

Характеристики вторичного гамма-излучения
материалов конструкции

SPACECRAFTS

Gamma-activity characteristics induced in
structural materials

Дата введения 1995—07—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает удельные характеристики вторичного гамма-излучения, возникающего в конструкционных материалах космических аппаратов, орбитальных станций, оборудования и аппаратуры, установленных на них (далее — КА), под действием протонов и нейтронов космических лучей для минимума солнечной активности в зависимости от продолжительности полета, параметров орбиты и толщины материалов.

Стандарт применяется при решении задач, связанных с радиационной защитой экипажей КА, систем и оборудования КА, в том числе радиоэлектронной аппаратуры, фотоматериалов и др., а также при проведении спектрометрических исследований в области энергий гамма-квантов до 10 МэВ.

2 УДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВТОРИЧНОГО
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

2.1 Удельными характеристиками вторичного гамма-излучения являются плотность потока вторичного гамма-излучения, испускаемого с единицы площади поверхности конструкционного материала КА в телесный угол 2π , и мощность поглощенной дозы излучения.

2.2 При расчете характеристик учитывались:

- потоки протонов интегрального спектра первичного космического излучения с учетом воздействия магнитного поля Земли;
- потоки нейтронов альбедо Земли с учетом геомагнитной широты и высоты круговой орбиты;
- возрастание интенсивности протонной компоненты в зоне Южно-Атлантической аномалии Земли.

Потоки протонов и нейтронов соответствуют минимуму солнечной активности.

2.3 Значения удельных характеристик вторичного гамма-излучения материалов КА на круговой орбите высотой 400 км и наклонением 51° для материалов, указанных в таблице 1, приведены в таблицах 2—17. Удельные характеристики представлены в виде дроби, в числителе которой указана плотность потока гамма-квантов (гамма-квант/см²с), а в знаменателе — мощность дозы (Гр/с).

Т а б л и ц а 1 — Основные конструкционные материалы корпуса КА, оборудования и защиты

Материалы корпуса, оборудования, защиты	Толщина, мм		
	3	6	10
Алюминий	3	6	10
Титан	2,5	5	8
Железо	2	4	8
Медь	1	2	3
Вольфрам	15	30	
Свинец	15	30	

Таблица 2 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для алюминия толщиной 0,3 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>1,31—4</u> 4,90—17	<u>5,30—4</u> 3,43—16	<u>3,68—3</u> 8,96—15	<u>1,81—2</u> 1,41—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
10	<u>1,44—4</u> 5,40—17	<u>5,52—4</u> 3,57—16	<u>3,83—3</u> 9,30—15	<u>2,66—2</u> 2,06—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
30	<u>1,45—4</u> 5,44—17	<u>5,59—4</u> 3,62—16	<u>3,83—3</u> 9,30—15	<u>2,67—2</u> 2,07—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
100	<u>1,45—4</u> 5,44—17	<u>5,60—4</u> 3,63—16	<u>3,84—3</u> 9,32—15	<u>2,71—2</u> 2,10—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
180	<u>1,45—4</u> 5,44—17	<u>5,64—4</u> 3,65—16	<u>3,85—3</u> 9,34—15	<u>2,75—2</u> 2,14—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
360	<u>1,46—4</u> 5,48—17	<u>5,70—4</u> 3,69—16	<u>3,87—3</u> 9,40—15	<u>2,83—2</u> 2,20—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
720	<u>1,49—4</u> 5,59—17	<u>5,76—4</u> 3,73—16	<u>3,89—3</u> 9,45—15	<u>2,95—2</u> 2,29—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
1095	<u>1,52—4</u> 5,70—17	<u>5,83—4</u> 3,79—16	<u>3,91—3</u> 9,49—15	<u>3,07—2</u> 2,38—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
1825	<u>1,55—4</u> 5,81—17	<u>5,94—4</u> 3,84—16	<u>3,96—3</u> 9,62—15	<u>3,22—2</u> 2,50—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15
3650	<u>1,59—4</u> 5,96—17	<u>6,01—4</u> 3,90—16	<u>3,99—3</u> 9,71—15	<u>3,33—2</u> 2,59—13	<u>9,57—5</u> 1,62—15

Таблица 3 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для алюминия толщиной 0,6 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>3,78—4</u> 1,42—16	<u>1,29—3</u> 9,33—16	<u>7,57—3</u> 1,84—14	<u>3,58—2</u> 2,79—13	<u>1,90—4</u> 3,21—15
10	<u>4,15—4</u> 1,56—16	<u>1,40—3</u> 9,05—16	<u>7,95—3</u> 1,94—14	<u>5,27—2</u> 4,10—13	<u>1,90—4</u> 3,21—15
30	<u>4,17—4</u> 1,57—16	<u>1,40—3</u> 9,06—16	<u>7,96—3</u> 1,94—14	<u>5,30—2</u> 4,12—13	<u>1,90—4</u> 3,21—15
100	<u>4,20—4</u> 1,58—16	<u>1,41—3</u> 9,08—16	<u>7,99—3</u> 1,95—14	<u>5,36—2</u> 4,17—13	<u>1,91—4</u> 3,23—15
180	<u>4,22—4</u> 1,59—16	<u>1,41—3</u> 9,10—16	<u>8,02—3</u> 1,96—14	<u>5,49—2</u> 4,23—13	<u>1,91—4</u> 3,23—15
360	<u>4,26—4</u> 1,60—16	<u>1,43—3</u> 9,24—16	<u>8,06—3</u> 1,95—14	<u>5,59—2</u> 4,34—13	<u>1,91—4</u> 3,23—15
720	<u>4,35—4</u> 1,64—16	<u>1,45—3</u> 9,37—16	<u>8,15—3</u> 1,98—14	<u>5,84—2</u> 4,55—13	<u>1,91—4</u> 3,23—15
1095	<u>4,42—4</u> 1,66—16	<u>1,47—3</u> 9,49—16	<u>8,21—3</u> 2,00—14	<u>6,04—2</u> 4,70—13	<u>1,91—4</u> 3,23—15
1825	<u>4,50—4</u> 1,69—16	<u>1,50—3</u> 9,70—16	<u>8,32—3</u> 2,02—14	<u>6,37—2</u> 4,95—13	<u>1,91—4</u> 3,23—15
3650	<u>4,55—4</u> 1,71—16	<u>1,55—3</u> 1,00—15	<u>8,40—3</u> 2,04—14	<u>6,61—2</u> 5,14—13	<u>1,91—4</u> 3,23—15

Таблица 4 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для алюминия толщиной 1,0 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>9,84—4</u> 3,70—16	<u>2,94—3</u> 1,90—15	<u>1,45—2</u> 3,51—14	<u>5,89—2</u> 4,58—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
10	<u>1,09—3</u> 4,10—16	<u>3,22—3</u> 2,09—15	<u>1,55—2</u> 3,75—14	<u>8,63—2</u> 6,71—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
30	<u>1,09—3</u> 4,10—16	<u>3,22—3</u> 2,09—15	<u>1,56—2</u> 3,80—14	<u>8,67—2</u> 6,74—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
100	<u>1,10—3</u> 4,11—16	<u>3,24—3</u> 2,10—15	<u>1,56—2</u> 3,80—14	<u>8,81—2</u> 6,85—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
180	<u>1,11—3</u> 4,15—16	<u>3,27—3</u> 2,12—15	<u>1,57—2</u> 3,81—14	<u>8,94—2</u> 6,95—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
360	<u>1,12—3</u> 4,19—16	<u>3,31—3</u> 2,15—15	<u>1,59—2</u> 3,86—14	<u>9,25—2</u> 7,19—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
720	<u>1,15—3</u> 4,30—16	<u>3,37—3</u> 2,19—15	<u>1,61—2</u> 3,91—14	<u>9,68—2</u> 7,53—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
1095	<u>1,17—3</u> 4,38—16	<u>3,44—3</u> 2,23—15	<u>1,63—2</u> 3,95—14	<u>1,02—1</u> 7,90—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
1825	<u>1,20—3</u> 4,49—16	<u>3,51—3</u> 2,28—15	<u>1,66—2</u> 4,03—14	<u>1,07—1</u> 8,29—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15
3650	<u>1,23—3</u> 4,60—16	<u>3,56—3</u> 2,31—15	<u>1,68—2</u> 4,08—14	<u>1,10—1</u> 8,53—13	<u>3,41—4</u> 5,77—15

Таблица 5 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для железа толщиной 0,2 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>4,16—4</u> 1,56—16	<u>1,10—3</u> 7,12—16	<u>8,51—3</u> 2,07—14	<u>4,30—3</u> 3,35—14	<u>8,23—5</u> 1,39—15
10	<u>7,66—4</u> 2,87—16	<u>2,18—3</u> 1,41—15	<u>2,12—2</u> 5,17—14	<u>1,14—2</u> 8,88—14	<u>2,79—4</u> 4,72—15
30	<u>9,80—4</u> 3,68—16	<u>2,86—3</u> 1,85—15	<u>14—2</u> 7,63—14	<u>1,79—2</u> 1,39—13	<u>6,69—4</u> 1,13—14
100	<u>1,32—3</u> 4,94—16	<u>3,84—3</u> 2,50—15	<u>4,65—2</u> 1,13—13	<u>2,82—2</u> 2,19—13	<u>1,59—3</u> 2,69—14
180	<u>1,51—3</u> 5,67—16	<u>4,43—3</u> 2,87—15	<u>5,63—2</u> 1,37—13	<u>3,37—2</u> 2,63—13	<u>2,14—3</u> 3,62—14
360	<u>1,73—3</u> 6,50—16	<u>5,12—3</u> 3,32—15	<u>6,71—2</u> 1,63—13	<u>3,82—2</u> 2,97—13	<u>2,57—3</u> 4,34—14
720	<u>1,90—3</u> 7,14—16	<u>5,74—3</u> 3,71—15	<u>7,70—2</u> 1,87—13	<u>3,93—2</u> 3,06—13	<u>2,66—3</u> 4,50—14
1095	<u>1,95—3</u> 7,34—16	<u>5,88—3</u> 3,81—15	<u>7,94—2</u> 1,93—13	<u>3,94—2</u> 3,06—13	<u>2,68—3</u> 4,53—14
1825	<u>2,00—3</u> 7,53—16	<u>6,05—3</u> 3,92—15	<u>8,24—2</u> 2,00—13	<u>3,94—2</u> 3,06—13	<u>2,68—3</u> 4,54—14
3650	<u>2,04—3</u> 7,68—16	<u>6,19—3</u> 4,01—15	<u>8,33—2</u> 2,02—13	<u>3,95—2</u> 3,07—13	<u>2,69—3</u> 4,45—14

Таблица 6 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для железа толщиной 0,4 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	$\frac{1,30-3}{4,87-16}$	$\frac{3,35-3}{2,17-15}$	$\frac{1,86-3}{4,53-14}$	$\frac{8,44-3}{6,57-14}$	$\frac{1,61-4}{2,73-15}$
10	$\frac{2,63-3}{9,89-16}$	$\frac{7,10-3}{4,60-15}$	$\frac{4,67-2}{1,14-13}$	$\frac{2,22-2}{1,73-13}$	$\frac{5,48-4}{9,27-15}$
30	$\frac{3,56-3}{1,34-15}$	$\frac{9,76-3}{6,32-15}$	$\frac{6,89-2}{1,67-13}$	$\frac{3,48-2}{2,78-13}$	$\frac{1,30-3}{2,19-14}$
100	$\frac{4,96-3}{1,75-15}$	$\frac{1,37-2}{8,88-15}$	$\frac{1,03-1}{2,50-13}$	$\frac{5,50-2}{4,28-13}$	$\frac{3,10-3}{5,25-14}$
180	$\frac{5,79-3}{2,18-15}$	$\frac{1,61-2}{1,05-14}$	$\frac{1,24-1}{3,01-13}$	$\frac{6,57-2}{5,11-13}$	$\frac{4,17-3}{7,05-14}$
360	$\frac{6,68-3}{2,51-15}$	$\frac{1,88-2}{1,22-14}$	$\frac{1,48-1}{3,59-13}$	$\frac{7,46-2}{5,81-13}$	$\frac{5,00-3}{8,46-14}$
720	$\frac{7,42-3}{2,78-15}$	$\frac{2,08-2}{1,35-14}$	$\frac{1,68-1}{4,09-13}$	$\frac{7,66-2}{5,96-13}$	$\frac{5,21-3}{8,80-14}$
1095	$\frac{7,74-3}{2,90-15}$	$\frac{2,17-2}{1,40-14}$	$\frac{1,76-1}{4,28-13}$	$\frac{7,67-2}{5,96-13}$	$\frac{5,23-3}{8,84-14}$
1825	$\frac{7,94-3}{2,99-15}$	$\frac{2,22-2}{1,44-14}$	$\frac{1,82-1}{4,43-13}$	$\frac{7,69-2}{5,98-13}$	$\frac{5,23-3}{8,84-14}$
3650	$\frac{8,16-3}{3,07-15}$	$\frac{2,34-2}{1,46-14}$	$\frac{1,86-1}{4,53-13}$	$\frac{7,70-2}{5,99-13}$	$\frac{5,23-3}{8,85-14}$

Таблица 7 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для железа толщиной 0,8 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>3,07—3</u> 1,15—15	<u>8,11—3</u> 5,26—15	<u>3,36—2</u> 8,18—14	<u>1,35—2</u> 1,05—13	<u>3,26—4</u> 5,51—15
10	<u>6,37—3</u> 2,39—15	<u>1,73—2</u> 1,12—14	<u>8,06—2</u> 1,95—13	<u>3,31—2</u> 2,57—13	<u>8,39—4</u> 1,42—14
30	<u>8,77—3</u> 3,30—15	<u>2,42—2</u> 1,57—14	<u>1,17—1</u> 2,84—13	<u>5,02—2</u> 3,91—13	<u>1,85—3</u> 3,13—14
100	<u>1,24—2</u> 4,68—15	<u>3,46—2</u> 2,24—14	<u>1,75—1</u> 4,26—13	<u>7,78—2</u> 6,05—13	<u>4,24—3</u> 7,18—14
180	<u>1,47—2</u> 5,52—15	<u>4,06—2</u> 2,63—14	<u>2,12—1</u> 5,16—13	<u>9,31—2</u> 7,24—13	<u>5,65—3</u> 9,56—14
360	<u>1,72—2</u> 6,47—15	<u>4,77—2</u> 3,09—14	<u>2,58—1</u> 6,26—13	<u>1,04—1</u> 8,09—13	<u>6,70—3</u> 1,14—13
720	<u>1,91—2</u> 7,18—15	<u>5,32—2</u> 3,45—14	<u>2,95—1</u> 7,17—13	<u>1,08—1</u> 8,40—13	<u>7,03—3</u> 1,19—13
1095	<u>2,01—2</u> 7,57—15	<u>5,58—2</u> 3,62—14	<u>3,12—1</u> 7,58—13	<u>1,08—1</u> 8,40—13	<u>7,04—3</u> 1,19—13
1825	<u>2,07—2</u> 7,79—15	<u>5,75—2</u> 3,72—14	<u>3,21—1</u> 7,80—13	<u>1,08—1</u> 8,41—13	<u>7,05—3</u> 1,20—13
3650	<u>2,12—2</u> 7,94—15	<u>5,86—2</u> 3,79—14	<u>3,27—1</u> 7,96—13	<u>1,09—1</u> 8,48—13	<u>7,06—3</u> 1,21—13

Таблица 8 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для титана толщиной 0,25 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>9,68—4</u> 3,64—16	<u>6,16—3</u> 3,99—15	<u>2,09—2</u> 5,08—14	<u>8,25—3</u> 6,42—14	<u>6,31—5</u> 1,07—15
10	<u>2,75—3</u> 1,03—15	<u>2,22—2</u> 1,44—14	<u>2,88—2</u> 7,0—14	<u>2,09—2</u> 1,63—13	<u>6,31—5</u> 1,07—15
30	<u>3,12—3</u> 1,17—15	<u>2,51—2</u> 1,63—14	<u>3,47—2</u> 8,44—14	<u>2,64—2</u> 2,05—13	<u>6,31—5</u> 1,07—15
100	<u>3,30—3</u> 1,24—15	<u>2,56—2</u> 1,66—14	<u>4,51—2</u> 1,10—13	<u>3,55—2</u> 2,76—13	<u>6,32—5</u> 1,07—15
180	<u>3,39—3</u> 1,27—15	<u>2,59—2</u> 1,68—14	<u>5,07—2</u> 1,23—13	<u>4,05—2</u> 3,15—13	<u>6,32—5</u> 1,07—15
360	<u>3,48—3</u> 1,31—15	<u>2,60—2</u> 1,69—14	<u>5,53—2</u> 1,34—13	<u>4,46—2</u> 3,46—13	<u>6,33—5</u> 1,08—15
720	<u>3,54—3</u> 1,33—15	<u>2,61—2</u> 1,69—14	<u>5,66—2</u> 1,38—13	<u>4,58—2</u> 3,56—13	<u>6,33—5</u> 1,08—15
1095	<u>3,56—3</u> 1,34—15	<u>2,62—2</u> 1,70—14	<u>5,67—2</u> 1,38—13	<u>4,58—2</u> 3,56—13	<u>6,33—5</u> 1,08—15
1825	<u>3,63—3</u> 1,36—15	<u>2,62—2</u> 1,70—14	<u>5,67—2</u> 1,39—13	<u>4,60—2</u> 3,58—13	<u>6,34—5</u> 1,08—15
3650	<u>3,64—3</u> 1,37—15	<u>2,63—2</u> 1,71—14	<u>5,68—2</u> 1,40—13	<u>4,64—2</u> 3,61—13	<u>6,34—5</u> 1,08—15

Таблица 9 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для титана толщиной 0,50 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>6,57—3</u> 2,47—15	<u>2,13—2</u> 1,38—14	<u>4,99—2</u> 1,21—13	<u>1,67—2</u> 1,30—13	<u>1,29—4</u> 2,18—15
10	<u>1,76—2</u> 6,61—15	<u>6,03—2</u> 3,91—14	<u>7,26—2</u> 1,76—13	<u>4,2—2</u> 3,27—13	<u>1,29—4</u> 2,18—15
30	<u>2,0—2</u> 7,50—15	<u>6,82—2</u> 4,42—14	<u>8,84—2</u> 2,15—13	<u>5,32—2</u> 4,14—13	<u>1,29—4</u> 2,18—15
100	<u>2,12—2</u> 7,97—15	<u>7,19—2</u> 4,66—14	<u>1,17—1</u> 2,84—13	<u>7,12—2</u> 5,54—13	<u>1,29—4</u> 2,18—15
180	<u>2,19—2</u> 8,23—15	<u>7,39—2</u> 4,79—14	<u>1,32—1</u> 3,21—13	<u>8,10—2</u> 6,30—13	<u>1,30—4</u> 2,20—15
360	<u>2,25—2</u> 8,45—15	<u>7,55—2</u> 4,89—14	<u>1,45—1</u> 3,52—13	<u>8,91—2</u> 6,93—13	<u>1,30—4</u> 2,20—15
720	<u>2,27—2</u> 8,52—15	<u>7,59—2</u> 4,92—14	<u>1,49—1</u> 3,61—13	<u>9,15—2</u> 7,12—13	<u>1,30—4</u> 2,20—15
1095	<u>2,28—2</u> 8,56—15	<u>7,59—2</u> 4,92—14	<u>1,49—1</u> 3,62—13	<u>9,17—2</u> 7,13—13	<u>1,31—4</u> 2,22—15
1825	<u>2,29—2</u> 8,60—15	<u>7,60—2</u> 4,93—14	<u>1,49—1</u> 3,62—13	<u>9,19—2</u> 7,15—13	<u>1,31—4</u> 2,22—15
3650	<u>2,31—2</u> 8,67—15	<u>7,62—2</u> 4,94—14	<u>1,50—1</u> 3,64—13	<u>9,20—2</u> 7,16—13	<u>1,32—4</u> 2,23—15

Таблица 10 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для титана толщиной 0,8 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>1,74—2</u> 6,53—15	<u>4,92—2</u> 3,19—14	<u>9,85—2</u> 2,39—13	<u>2,81—2</u> 2,19—13	<u>2,07—4</u> 3,50—15
10	<u>4,86—2</u> 1,82—14	<u>1,35—1</u> 8,75—14	<u>1,57—1</u> 3,82—13	<u>7,61—2</u> 5,92—13	<u>2,07—4</u> 3,50—15
30	<u>5,70—2</u> 2,14—14	<u>1,58—1</u> 1,02—13	<u>2,21—1</u> 5,36—13	<u>1,12—1</u> 8,71—13	<u>2,07—4</u> 3,50—15
100	<u>6,47—2</u> 2,43—14	<u>1,80—1</u> 1,17—13	<u>3,63—1</u> 8,82—13	<u>1,90—1</u> 1,48—12	<u>2,07—4</u> 3,50—15
180	<u>6,95—2</u> 2,61—14	<u>1,94—1</u> 1,26—13	<u>4,49—1</u> 1,09—12	<u>2,37—1</u> 1,84—12	<u>2,08—4</u> 3,51—15
360	<u>7,34—2</u> 2,76—14	<u>2,05—1</u> 1,33—13	<u>5,19—1</u> 1,26—12	<u>2,75—1</u> 2,14—12	<u>2,08—4</u> 3,51—15
720	<u>7,45—2</u> 2,80—14	<u>2,07—1</u> 1,34—13	<u>5,39—1</u> 1,31—12	<u>2,86—1</u> 2,23—12	<u>2,08—4</u> 3,51—15
1095	<u>7,47—2</u> 2,81—14	<u>2,08—1</u> 1,35—13	<u>5,40—1</u> 1,31—12	<u>2,88—1</u> 2,24—12	<u>2,09—4</u> 3,53—15
1825	<u>7,50—2</u> 2,82—14	<u>2,09—1</u> 1,35—13	<u>5,41—1</u> 1,32—12	<u>2,88—1</u> 2,24—12	<u>2,09—4</u> 3,53—15
3650	<u>7,52—2</u> 2,83—14	<u>2,10—1</u> 1,36—13	<u>5,42—1</u> 1,32—12	<u>2,90—1</u> 2,25—12	<u>2,09—4</u> 3,53—15

Таблица 11 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для меди толщиной 0,1 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	$\frac{1,52—3}{5,71—16}$	$\frac{3,96—3}{2,57—15}$	$\frac{1,78—2}{4,33—14}$	$\frac{1,78—3}{1,38—14}$	$\frac{3,85—5}{6,51—16}$
10	$\frac{1,75—3}{6,58—16}$	$\frac{4,77—3}{3,09—15}$	$\frac{2,38—2}{5,78—14}$	$\frac{2,75—3}{2,14—14}$	$\frac{5,10—5}{8,62—16}$
30	$\frac{1,88—3}{7,06—16}$	$\frac{5,43—3}{3,52—15}$	$\frac{2,68—2}{6,52—14}$	$\frac{3,41—3}{2,65—14}$	$\frac{7,68—5}{1,30—15}$
100	$\frac{2,24—3}{8,42—16}$	$\frac{7,22—3}{4,68—15}$	$\frac{3,32—2}{8,07—14}$	$\frac{4,77—3}{3,71—14}$	$\frac{1,39—4}{2,35—15}$
180	$\frac{2,55—3}{9,58—16}$	$\frac{8,80—3}{5,70—15}$	$\frac{3,67—2}{8,92—14}$	$\frac{5,72—3}{4,45—14}$	$\frac{1,76—4}{2,98—15}$
360	$\frac{2,99—3}{1,12—15}$	$\frac{1,12—2}{7,26—15}$	$\frac{3,94—2}{9,58—14}$	$\frac{7,04—3}{5,48—14}$	$\frac{2,05—4}{3,47—15}$
720	$\frac{3,48—3}{1,31—15}$	$\frac{1,39—2}{9,01—15}$	$\frac{4,03—2}{9,79—14}$	$\frac{8,18—3}{6,36—14}$	$\frac{2,12—4}{3,58—15}$
1095	$\frac{3,59—3}{1,35—15}$	$\frac{1,45—2}{9,40—15}$	$\frac{4,05—2}{9,85—14}$	$\frac{8,49—3}{6,61—14}$	$\frac{2,13—4}{3,60—15}$
1825	$\frac{3,72—3}{1,40—15}$	$\frac{1,52—2}{9,85—15}$	$\frac{4,07—2}{9,89—14}$	$\frac{9,35—3}{7,27—14}$	$\frac{2,13—4}{3,60—15}$
3650	$\frac{3,81—3}{1,43—15}$	$\frac{1,57—2}{1,02—14}$	$\frac{4,09—2}{9,94—14}$	$\frac{9,51—3}{7,40—14}$	$\frac{2,14—4}{3,62—15}$

Таблица 12 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для меди толщиной 0,2 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	$\frac{2,86-3}{1,07-15}$	$\frac{9,06-3}{5,87-15}$	$\frac{3,56-2}{8,65-14}$	$\frac{3,52-3}{2,74-14}$	$\frac{5,50-5}{9,30-16}$
10	$\frac{3,41-3}{1,28-15}$	$\frac{1,09-2}{7,06-15}$	$\frac{4,77-2}{1,16-13}$	$\frac{5,46-3}{4,25-14}$	$\frac{1,02-4}{1,72-15}$
30	$\frac{3,78-3}{1,42-15}$	$\frac{1,23-2}{7,97-15}$	$\frac{5,39-2}{1,31-13}$	$\frac{6,73-3}{5,24-14}$	$\frac{1,53-4}{2,59-15}$
100	$\frac{4,71-3}{1,77-15}$	$\frac{1,57-2}{1,02-14}$	$\frac{6,69-2}{1,63-13}$	$\frac{9,42-3}{7,33-14}$	$\frac{2,77-4}{4,68-15}$
180	$\frac{5,48-3}{2,06-15}$	$\frac{1,87-2}{1,21-14}$	$\frac{7,44-2}{1,81-13}$	$\frac{1,13-2}{8,79-14}$	$\frac{3,50-4}{5,92-15}$
360	$\frac{6,60-3}{2,48-15}$	$\frac{2,31-2}{1,50-14}$	$\frac{7,98-2}{1,94-13}$	$\frac{1,37-2}{1,07-13}$	$\frac{4,05-4}{6,85-15}$
720	$\frac{7,70-3}{2,89-15}$	$\frac{2,78-2}{1,80-14}$	$\frac{8,18-2}{1,99-13}$	$\frac{1,60-2}{1,24-13}$	$\frac{4,18-4}{7,07-15}$
1095	$\frac{8,14-3}{3,06-15}$	$\frac{2,93-2}{1,90-14}$	$\frac{8,20-2}{2,0-13}$	$\frac{1,69-2}{1,31-13}$	$\frac{4,20-4}{7,10-15}$
1825	$\frac{8,38-3}{3,15-15}$	$\frac{3,0-2}{1,94-14}$	$\frac{8,25-2}{2,01-13}$	$\frac{1,85-2}{1,44-13}$	$\frac{4,20-4}{7,10-15}$
3650	$\frac{8,52-3}{3,20-15}$	$\frac{3,08-2}{2,0-14}$	$\frac{8,29-2}{2,02-13}$	$\frac{1,88-2}{1,46-13}$	$\frac{4,21-4}{7,12-15}$

Таблица 13 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для меди толщиной 0,3 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	$\frac{3,83—3}{1,44—15}$	$\frac{1,42—2}{9,20—15}$	$\frac{4,66—2}{1,13—13}$	$\frac{5,81—3}{4,52—14}$	$\frac{1,03—4}{1,74—15}$
10	$\frac{4,66—3}{1,75—15}$	$\frac{1,70—2}{1,10—14}$	$\frac{6,16—2}{1,50—13}$	$\frac{8,98—3}{6,99—14}$	$\frac{1,22—4}{2,06—15}$
30	$\frac{5,19—3}{1,95—15}$	$\frac{1,89—2}{1,23—14}$	$\frac{6,88—2}{1,67—13}$	$\frac{1,05—2}{8,17—14}$	$\frac{1,65—4}{2,79—15}$
100	$\frac{6,49—3}{2,44—15}$	$\frac{2,33—2}{1,51—14}$	$\frac{8,40—2}{2,04—13}$	$\frac{1,38—2}{1,07—13}$	$\frac{2,75—4}{4,65—15}$
180	$\frac{7,61—3}{2,86—15}$	$\frac{2,73—2}{1,77—14}$	$\frac{9,24—2}{2,25—13}$	$\frac{1,61—2}{1,25—13}$	$\frac{3,41—4}{5,77—15}$
360	$\frac{9,24—3}{3,47—15}$	$\frac{3,30—2}{2,14—14}$	$\frac{9,92—2}{2,41—13}$	$\frac{1,93—2}{1,50—13}$	$\frac{3,92—4}{6,63—15}$
720	$\frac{1,09—2}{4,10—15}$	$\frac{3,89—2}{2,52—14}$	$\frac{1,02—1}{2,48—13}$	$\frac{2,29—2}{1,78—13}$	$\frac{4,03—4}{6,81—15}$
1095	$\frac{1,15—2}{4,32—15}$	$\frac{4,11—2}{2,66—14}$	$\frac{1,02—1}{2,48—13}$	$\frac{2,51—2}{1,95—13}$	$\frac{4,05—4}{6,85—15}$
1825	$\frac{1,17—2}{4,40—15}$	$\frac{4,22—2}{2,74—14}$	$\frac{1,03—1}{2,50—13}$	$\frac{2,69—2}{2,09—13}$	$\frac{4,05—4}{6,85—15}$
3650	$\frac{1,19—2}{4,47—15}$	$\frac{4,31—2}{2,79—14}$	$\frac{1,04—1}{2,53—13}$	$\frac{2,73—2}{2,12—13}$	$\frac{4,06—4}{6,87—15}$

Таблица 14 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для свинца толщиной 1,5 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	$\frac{4,55-2}{1,71-14}$	$\frac{1,44-1}{9,33-14}$	$\frac{8,93-1}{2,17-12}$	$\frac{1,54-1}{1,20-12}$	$\frac{1,94-5}{3,28-16}$
10	$\frac{7,22-2}{2,71-14}$	$\frac{2,39-1}{1,55-13}$	$\frac{1,34}{3,26-12}$	$\frac{2,95-1}{2,30-12}$	$\frac{2,75-5}{4,65-16}$
30	$\frac{7,96-2}{2,99-14}$	$\frac{2,62-1}{1,70-13}$	$\frac{1,494}{3,63-12}$	$\frac{3,56-1}{2,77-12}$	$\frac{2,79-5}{4,72-16}$
100	$\frac{8,18-2}{3,07-14}$	$\frac{2,68-1}{1,74-13}$	$\frac{1,538}{3,74-12}$	$\frac{3,83-1}{2,98-12}$	$\frac{2,80-5}{4,73-16}$
180	$\frac{8,20-2}{3,08-14}$	$\frac{2,68-1}{1,74-13}$	$\frac{1,540}{3,75-12}$	$\frac{3,85-1}{3,0-12}$	$\frac{2,80-5}{4,73-16}$
360	$\frac{8,21-2}{3,09-14}$	$\frac{2,69-1}{1,74-13}$	$\frac{1,542}{3,75-12}$	$\frac{3,87-1}{3,01-12}$	$\frac{2,80-5}{4,73-16}$
720	$\frac{8,24-2}{3,10-14}$	$\frac{2,70-1}{1,75-13}$	$\frac{1,546}{3,76-12}$	$\frac{3,90-1}{3,03-12}$	$\frac{2,80-5}{4,73-16}$
1095	$\frac{8,26-2}{3,11-14}$	$\frac{2,71-1}{1,76-13}$	$\frac{1,550}{3,77-12}$	$\frac{3,93-1}{3,06-12}$	$\frac{2,80-5}{4,73-16}$
1825	$\frac{8,30-2}{3,12-14}$	$\frac{2,72-1}{1,76-13}$	$\frac{1,555}{3,78-12}$	$\frac{3,98-1}{3,10-12}$	$\frac{2,80-5}{4,73-16}$
3650	$\frac{8,35-2}{3,13-4}$	$\frac{2,73-1}{1,77-13}$	$\frac{1,559}{3,79-12}$	$\frac{4,02-1}{3,13-12}$	$\frac{2,81-5}{4,75-16}$

Таблица 15 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для свинца толщиной 3,0 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>6,79—2</u> 2,55—14	<u>2,01—1</u> 1,30—13	<u>1,06</u> 2,58—12	<u>1,93—1</u> 1,51—12	<u>2,94—5</u> 4,98—16
10	<u>1,08—1</u> 4,04—14	<u>3,33—1</u> 2,16—13	<u>1,59</u> 3,88—12	<u>3,71—1</u> 2,89—12	<u>4,17—5</u> 7,05—16
30	<u>1,19—1</u> 4,46—14	<u>3,65—1</u> 2,37—13	<u>1,78</u> 4,31—12	<u>4,47—1</u> 3,48—12	<u>4,23—5</u> 7,16—16
100	<u>1,22—1</u> 4,58—14	<u>3,73—1</u> 2,42—13	<u>1,82</u> 4,45—12	<u>4,81—1</u> 3,74—12	<u>4,25—5</u> 7,18—16
180	<u>1,22—1</u> 4,59—14	<u>3,73—1</u> 2,42—13	<u>1,83</u> 4,46—12	<u>4,83—1</u> 3,77—12	<u>4,25—5</u> 7,18—16
360	<u>1,23—1</u> 4,61—14	<u>3,74—1</u> 2,42—13	<u>1,83</u> 4,46—12	<u>4,86—1</u> 3,78—12	<u>4,25—5</u> 7,18—16
720	<u>1,24—1</u> 4,62—14	<u>3,76—1</u> 2,43—13	<u>1,838</u> 4,47—12	<u>4,90—1</u> 3,80—12	<u>4,25—5</u> 7,18—16
1095	<u>1,24—1</u> 4,64—14	<u>3,78—1</u> 2,45—13	<u>1,84</u> 4,48—12	<u>4,94—1</u> 3,84—12	<u>4,25—5</u> 7,18—16
1825	<u>1,25—1</u> 4,66—14	<u>3,79—1</u> 2,45—13	<u>1,85</u> 4,49—12	<u>5,00—1</u> 3,89—12	<u>4,25—5</u> 7,18—16
3650	<u>1,26—1</u> 4,67—14	<u>3,80—1</u> 2,47—13	<u>1,86</u> 4,51—12	<u>5,05—1</u> 3,93—12	<u>4,26—5</u> 7,20—16

Таблица 16 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для вольфрама толщиной 1,5 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	<u>1,16—2</u> 6,01—15	<u>3,98—2</u> 2,58—14	<u>1,16—1</u> 2,82—13	<u>1,30—1</u> 1,01—12	<u>6,16—5</u> 1,04—15
10	<u>1,69—2</u> 6,35—15	<u>5,79—2</u> 3,75—14	<u>1,76—1</u> 4,28—13	<u>1,91—1</u> 1,49—12	<u>1,49—4</u> 2,52—15
30	<u>1,82—2</u> 6,84—15	<u>6,16—2</u> 3,99—14	<u>1,91—1</u> 4,64—13	<u>1,97—1</u> 1,53—12	<u>1,53—4</u> 2,59—15
100	<u>2,05—2</u> 7,70—15	<u>6,86—2</u> 4,45—14	<u>2,19—1</u> 5,32—13	<u>2,01—1</u> 1,56—12	<u>1,54—4</u> 2,60—15
180	<u>2,18—2</u> 8,19—15	<u>7,26—2</u> 4,71—14	<u>2,35—1</u> 5,71—13	<u>2,02—1</u> 1,57—12	<u>1,54—4</u> 2,60—15
360	<u>2,29—2</u> 8,60—15	<u>7,63—2</u> 4,95—14	<u>2,53—1</u> 6,15—13	<u>2,05—1</u> 1,59—12	<u>1,54—4</u> 2,60—15
720	<u>2,36—2</u> 8,87—15	<u>7,85—2</u> 5,09—14	<u>2,66—1</u> 6,47—13	<u>2,08—1</u> 1,62—12	<u>1,54—4</u> 2,60—15
1095	<u>2,39—2</u> 8,98—15	<u>7,96—2</u> 5,16—14	<u>2,72—2</u> 6,61—13	<u>2,11—1</u> 1,64—12	<u>1,54—4</u> 2,60—15
1825	<u>2,41—2</u> 9,06—15	<u>8,02—2</u> 5,20—14	<u>2,76—1</u> 6,71—13	<u>2,14—1</u> 1,66—12	<u>1,54—4</u> 2,61—15
3650	<u>2,44—2</u> 9,17—15	<u>8,07—2</u> 5,23—14	<u>2,79—1</u> 6,78—13	<u>2,17—1</u> 1,69—12	<u>1,55—4</u> 2,62—15

Таблица 17 — Удельные характеристики вторичного гамма-излучения на орбите с высотой $H = 400$ км и наклонением $i = 51^\circ$ для вольфрама толщиной 3,0 см

Время нахождения на орбите, сут	Диапазон энергий, МэВ				
	0,03—0,1	0,1—0,3	0,3—1,0	1,0—3,0	3,0—10,0
1	$1,66-2$ 8,61—15	$5,48-2$ 3,55—14	$1,43-1$ 3,48—13	$1,54-1$ 1,20—12	$9,49-5$ 1,60—15
10	$2,42-2$ 9,09—15	$7,97-2$ 5,16—14	$2,17-1$ 5,29—13	$2,26-1$ 1,77—12	$2,29-4$ 3,88—15
30	$2,61-2$ 9,79—15	$8,48-2$ 5,49—14	$2,36-1$ 5,72—13	$2,33-1$ 1,82—12	$2,36-4$ 3,99—15
100	$2,92-2$ 1,10—14	$9,43-2$ 6,11—14	$2,70-1$ 6,57—13	$2,38-1$ 1,85—12	$2,37-4$ 4,0—15
180	$3,11-2$ 1,15—14	$9,99-2$ 6,48—14	$2,91-1$ 7,05—13	$2,40-1$ 1,86—12	$2,37-4$ 4,0—15
360	$3,28-2$ 1,24—14	$1,05-1$ 6,81—14	$3,12-1$ 7,59—13	$2,43-1$ 1,88—12	$2,37-4$ 4,0—15
720	$3,37-2$ 1,26—14	$1,08-1$ 7,0—14	$3,29-1$ 7,99—13	$2,46-1$ 1,92—12	$2,37-4$ 4,0—15
1095	$3,43-2$ 1,28—14	$1,10-1$ 7,08—14	$3,40-1$ 8,16—13	$2,50-1$ 1,94—12	$2,37-4$ 4,01—15
1825	$3,45-2$ 1,30—14	$1,11-1$ 7,16—14	$3,41-1$ 8,29—13	$2,54-1$ 1,97—12	$2,37-4$ 4,02—15
3650	$3,49-2$ 1,32—14	$1,12-1$ 7,19—14	$3,45-1$ 8,37—13	$2,57-1$ 2,0—12	$2,38-4$ 4,03—15

Примечание. — Число со знаком минус, стоящее после значения параметра, является показателем степени десяти — сомножителя значения параметра. Так, например, выражение $1,57^{-4}$ следует читать $0,000157$

2.4 Значения удельных характеристик вторичного гамма-излучения материалов КА для орбит с высотами 200, 300, 500, 600 и 800 км и наклонением 51°, 60°, 70° и 80° определяют умножением значений характеристик из таблиц 2—17 на соответствующие поправочные коэффициенты, приведенные в таблице 18.

Таблица 18 — Поправочные коэффициенты для расчета удельных характеристик вторичного гамма-излучения для различных орбит

Наклонение орбиты	Высота круговой орбиты, км					
	200	300	400	500	600	800
51°	0,1	0,4	1,0	2,0	4,0	14,38
60°	0,091	0,363	0,906	1,813	3,63	13,0
70°	0,083	0,33	0,825	1,65	3,30	11,88
80°	0,07	0,28	0,7	1,4	2,8	10,0

2.5 Для материалов толщиной 0,1 см мощность дозы вторичного гамма-излучения D рассчитывают по формуле

$$D(0,1) = D(H) \times 0,1 / H,$$

где $D(H)$ — доза для минимальной толщины материала КА, приведенной в таблицах;
 H — толщина материала, см.

Плотность потока гамма-квантов для материалов толщиной 0,1 см определяют аналогично.

2.6 Значения удельных характеристик вторичного гамма-излучения для других толщин материалов конструкции КА и другой продолжительности полета КА получают методом линейного интерполирования.

2.7 Средние относительные погрешности значений удельных характеристик для орбиты высотой 400 км и углом наклона 51° составляют не более 100 %, для других круговых орбит — не более 125 %.

2.8 Пример расчета удельных характеристик вторичного гамма-излучения приведен в приложении А.

2.9 Приближенные оценки значений удельных характеристик вторичного гамма-излучения для эллиптических орбит можно получить, используя данные таблиц 2—18 и траекторные коэффициенты.

Пример расчета удельных характеристик для эллиптических орбит приведен в приложении Б.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Расчет удельных характеристик вторичного гамма-излучения материалов КА

1 Исходные данные для расчета:

- высота круговой орбиты КА $H = 300$ км;
- угол наклона орбиты $i = 65^\circ$;
- диапазон энергий $E = 0,1\text{--}0,3$ МэВ;
- время нахождения на орбите $t = 1$ год;
- материал конструкции — титан;
- толщина материала — 0,1 см.

2 Определить по таблице 8 значения удельных характеристик для титана толщиной 0,25 см для заданных диапазона энергий и времени полета.

Плотность потока J составляет — $0,026 \text{ см}^{-2} \times \text{с}^{-1}$.

Мощность дозы D составляет — $1,69 \times 10^{-14}$ Гр/с.

3 Определяем в соответствии с 2.5 настоящего стандарта указанные выше характеристики для заданной толщины материала.

$$J(0,1) = 0,026 \times 1/0,25 = 0,0104 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1},$$

$$D(0,1) = 1,69 \times 10^{-14} \times 1/0,25 = 6,76 \times 10^{-15} \text{ Гр/с};$$

4 Определяем из таблицы 18 значения поправочного коэффициента для заданной высоты орбиты $H = 300$ км и угла наклона 65° с учетом линейной интерполяции — 0,347

5 Определяем значения удельных характеристик для заданных условий:

$$J(0,1) = 0,0104 \times 0,347 = 0,00361$$

$$D(0,1) = 6,76 \times 10^{-15} \times 0,347 = 2,35 \times 10^{-15}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Расчет удельных характеристик для эллиптических орбит

Исходными данными для приближенной оценки значений удельных характеристик вторичного гамма-излучения для эллиптических орбит являются

- параметры орбиты (высота апогея H_a , км, высота перигея H_p , км, угол наклона орбиты i , $^\circ$, угловое расстояние перигея ω , $^\circ$),
- диапазон энергий гамма-квантов, МэВ,
- время нахождения на орбите t_p , сут,
- материал корпуса, оборудования или защиты,
- толщина материала, см

1 Определить значения плотности потока вторичного гамма-излучения J и мощности поглощенной дозы излучения D на круговой орбите с высотой $H = 400$ км и углом наклона $i=51^\circ$ для заданного материала заданной толщины, времени нахождения на орбите и диапазона энергий с использованием таблиц 2—18

2 Вычислить значения J и D на заданной эллиптической орбите по формулам

$$J = J_H \times K_1 \times K_2 \times K / 9,0 \text{ E-05},$$

$$D = D_H \times K_1 \times K_2 \times K / 9,0 \text{ E-05},$$

где J_H и D_H — значения плотности потока и мощности дозы вторичного гамма-излучения для $H=400$ км и $i=51^\circ$ соответственно, K_1 , K_2 , K — траекторные коэффициенты. Значения траекторных коэффициентов для эллиптической орбиты с заданными параметрами определяют по рисункам Б 1—Б 4

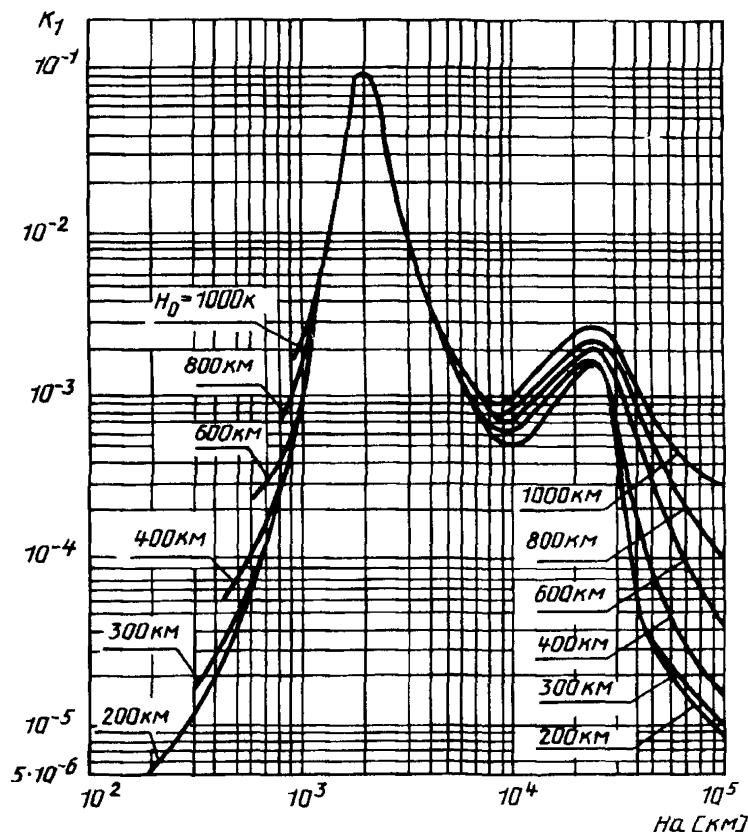
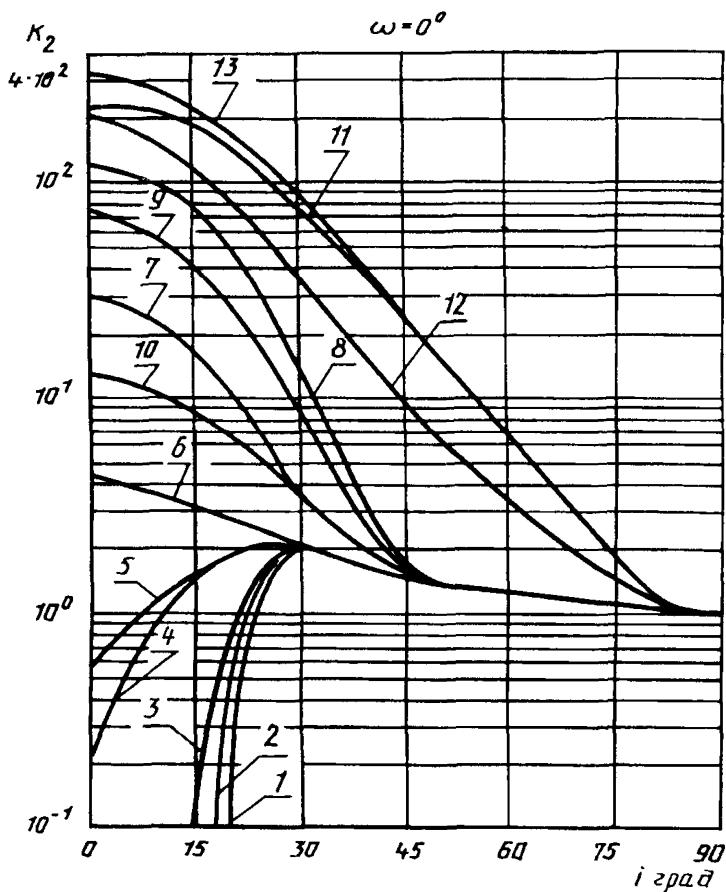
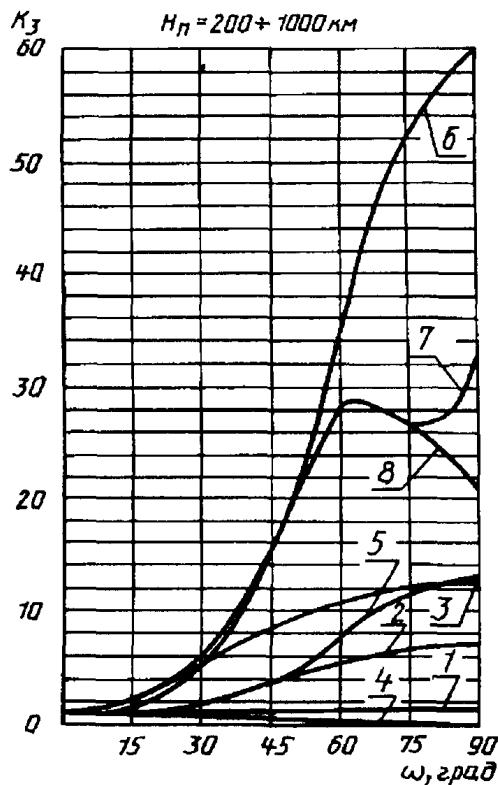


Рисунок Б.1 — Зависимость K_1 от высоты анонда



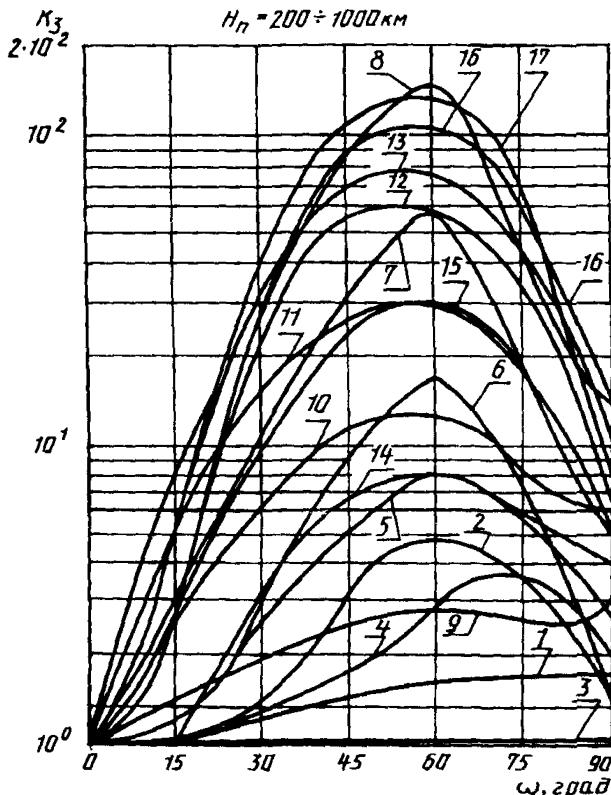
1 — $H_3 = 300$ км, 2 — $H_3 = 400$ км, 3 — $H_3 = 600$ км, 4 — $H_3 = 800$ км, 5 — $H_3 = 1000$ км
 6 — $H_3 = 2000$ км, 7 — $H_3 = 3500$ км, 8 — $H_3 = 8500$ км, 9 — $H_3 = 13500$ км, 10 — $H_3 = 25000$ км,
 11 — $H_3 = 40000$ км, 12 — $H_3 = 80000$ км, 13 — $H_3 = 100000$ км

Рисунок Б 2 — Зависимость K_2 от угла наклона орбиты



1 — $H_a = 400 \text{ км}$, ($i = 0^\circ, 30^\circ, 90^\circ$) $H_a = 600 \text{ км}$ ($i = 0^\circ, 30^\circ, 90^\circ$), $H_a = 800 \text{ км}$ ($i = 0^\circ, 90^\circ$), $H_a = 1000 \text{ км}$ ($i = 0^\circ, 90^\circ$), $H_a = 3500 \text{ км}$ ($i = 0^\circ, 15^\circ$), $H_a = 8500 \text{ км}$ ($i = 0^\circ, 15^\circ$), $H_a = 13500 \text{ км}$ ($i = 0^\circ, 15^\circ$), 2 — $H_a = 400 \text{ км}$ ($i = 15^\circ$), $H_a = 3500 \text{ км}$ ($i = 30^\circ$), $H_a = 8500 \text{ км}$ ($i = 30^\circ$), $H_a = 13500 \text{ км}$ ($i = 30^\circ$), 3 — $H_a = 600 \text{ км}$ ($i = 15^\circ$), 4 — $H_a = 2000 \text{ км}$ ($i = 0^\circ, 90^\circ$), 5 — $H_a = 3500 \text{ км}$ ($i = 45^\circ, 90^\circ$), 6 — $H_a = 8500 \text{ км}$ ($i = 45^\circ, 90^\circ$), 7 — $H_a = 13500 \text{ км}$ ($i = 45^\circ, 60^\circ$), 8 — $H_a = 13500 \text{ км}$ ($i = 75^\circ, 90^\circ$)

Рисунок Б 3 — Зависимость K_3 от углового расстояния перигея



1 — $H_3 = 2500 \text{ км}$ ($i = 0^\circ \div 30^\circ$) 2 — $H_3 = 2500 \text{ км}$ ($i = 45^\circ \div 90^\circ$) 3 — $H_3 = 4000 \text{ км}$ ($i = 0^\circ \div 15^\circ$) 4 — $H_3 = 80000 \text{ км}$ ($i = 0^\circ \div 15^\circ$) 5 — $H_3 = 100000 \text{ км}$ ($i = 0^\circ \div 30^\circ$) 6 — $H_3 = 40000 \text{ км}$ ($i = 30^\circ$) 7 — $H_3 = 40000 \text{ км}$ ($i = 45^\circ$) 8 — $H_3 = 40000 \text{ км}$ ($i = 45^\circ$) 9 — $H_3 = 80000 \text{ км}$ ($i = 30^\circ$) 10 — $H_3 = 80000 \text{ км}$ ($i = 45^\circ$) 11 — $H_3 = 80000 \text{ км}$ ($i = 60^\circ$) 12 — $H_3 = 80000 \text{ км}$ ($i = 75^\circ$) 13 — $H_3 = 80000 \text{ км}$ ($i = 90^\circ$) 14 — $H_3 = 100000 \text{ км}$ ($i = 45^\circ$) 15 — $H_3 = 100000 \text{ км}$ ($i = 60^\circ$) 16 — $H_3 = 100000 \text{ км}$ ($i = 75^\circ$) 17 — $H_3 = 100000 \text{ км}$ ($i = 90^\circ$)

Рисунок Б 4 — Зависимость K_3 от углового расстояния перигея

УДК 629.78:620.193.6:006.354

Т27

ОКСТУ 7702

Ключевые слова: вторичное гамма-излучение, космические аппараты, материалы конструкции, расчет, характеристики, спектральные, дозовые, параметры орбиты, продолжительность полета

Редактор *Р. И. Говердовская*
Технический редактор *О. Н. Власова*
Корректор *В. И. Варенцова*
Оператор *Хоменко А. Г.*

Сдано в набор 09 12 94 Подписано в печать 24 01 95 Усл. печ. л. 1,86 Усл. кр. отт 1,86
Уч.-изд. л. 1 60 Тираж 231 экз С 2043 Зак 2549

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов 107076 Москва Колодезный пер 14
Набрано в Калужской типографии стандартов нч ПЭВМ
Калужская типография стандартов ул. Московская 256

ПЛР № 040138