ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52925— 2018

ИЗДЕЛИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП ЦНИИмаш)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 321 «Ракетно-космическая техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 сентября 2018 г. № 632-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 52925—2008

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2018

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗДЕЛИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства

Space technology items. General requirements for space vehicles for near-earth space debris mitigation

Дата введения — 2019—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства.

Настоящий стандарт распространяется на вновь создаваемые и модернизируемые космические средства научного, социально-экономического (в том числе исследующие дальний космос), коммерческого и специального (оборонного) назначения.

Требования настоящего стандарта применяют на всех этапах жизненного цикла космических средств.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 53802 Системы и комплексы космические. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 53802, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **околоземное космическое пространство;** ОКП: Сферический слой, имеющий внутренний радиус 6478 км (экваториальный радиус Земли 6378 км + 100 км) и внешний радиус 44164 км (радиус геостационарной орбиты 42164 км + 2000 км).

3.2 **космическое средство;** КСр: Техническое средство, включающее в себя орбитальные средства и средства выведения, предназначенное для функционирования в космическом пространстве и решения или обеспечения решения задач освоения и использования космического пространства.

Издание официальное

3.3 **орбитальное средство:** Космическое средство, предназначенное для функционирования на орбите.

3.4 **средство выведения:** Космическое средство, предназначенное для доставки орбитальных средств с поверхности Земли в заданные области космического пространства, с заданными параметрами движения.

3.5

космический объект; КО: Тело искусственного происхождения, находящееся в околоземном пространстве.

[ГОСТ Р 25645.167—2005, пункт 3.2]

3.6 **активное функционирование космического объекта:** Функционирование космического объекта на орбите в соответствии со своим целевым назначением.

3.7 **космический мусор;** КМ: Все находящиеся на околоземной орбите космические объекты искусственного происхождения (включая фрагменты или части таких объектов), которые закончили свое активное функционирование.

3.8 **техногенное засорение:** Процесс образования новых объектов, пополняющих состав космического мусора в околоземном космическом пространстве.

3.9 **операционный элемент:** Космический мусор, образующийся при отделении технологических элементов от космических средств в околоземном космическом пространстве в процессе штатных процедур вывода и активного функционирования на орбите.

3.10 **пассивация:** Удаление всех запасов энергии на борту космического средства, а также его отдельных систем по завершении его функционирования.

3.11 **рабочая орбита:** Орбита, на которой космический аппарат осуществляет целевое функционирование.

3.12 **защищаемая область геостационарной орбиты:** Часть сферического слоя околоземного космического пространства, определяемая из следующих условий:

- нижняя высота равна высоте геостационарной орбиты минус 200 км;
- верхняя высота равна высоте геостационарной орбиты плюс 200 км;
- минус 15° ≤ широта J плюс 15°;
- высота геостационарной орбиты равна 35786 км.

3.13 **защищаемая область низких околоземных орбит:** Сферический слой околоземного космического пространства, имеющий внутренний радиус 6478 км (экваториальный радиус Земли 6378 км + 100 км) и внешний радиус 8378 км (экваториальный радиус Земли 6378 км + 2000 км).

3.14 **область увода космического объекта (зона захоронения):** Область околоземного космического пространства, в которую уводится космический объект после окончания активного функционирования в целях уменьшения опасности его столкновения с другими космическими объектами.

3.15 **высокоэллиптическая орбита;** ВЭО: Орбита космического объекта, имеющая эксцентриситет $0,4 < e < 1,0$.

3.16 **срок баллистического существования:** Период времени от момента выведения космического средства на рабочую орбиту или отделения операционных элементов до момента их входа в плотные слои атмосферы.

3.17 **плотные слои атмосферы:** Область атмосферы, попадая в которую космический объект не может совершить полный виток обращения вокруг Земли.

3.18 **разрушение:** Непреднамеренное событие с космическим объектом, в результате которого в околоземном космическом пространстве образуется космический мусор.

3.19 **увод:** Действия по изменению орбиты космического средства для снижения опасности, представляемой этим средством для других космических средств.

3.20 **вероятность успешного увода:** Вероятность того, что космическое средство может осуществить все действия по уводу.

4 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ГСО — геостационарная орбита;

ДУ — двигательная установка;

КА — космический аппарат;
НОО — низкие околоземные орбиты;
РБ — разгонный блок;
РН — ракета-носитель;
ТТЗ (ТЗ) — тактико-техническое задание (техническое задание).

5 Общие положения

5.1 Основными источниками техногенного засорения ОКП являются:
- взрывы КСр;
- самоликвидация КА (систем КА) после окончания их активного функционирования или в результате возникновения аварийной ситуации;
- выброс в ОКП операционных элементов (пружин, толкателей, фрагментов пироболтов и др.);
- ступени РН, РБ и КА по завершении их активного функционирования;
- разрушения КО вследствие их столкновений на орбите друг с другом или с частицами естественного происхождения;
- выбросы несгоревшего топлива ДУ;
- эрозия материалов с поверхности КА;
- тросовые системы, отделяющиеся после их использования;
- выбросы в ОКП средств обеспечения жизнедеятельности пилотируемых КА.

5.2 КСр должны быть сконструированы так, чтобы исключить образование КМ в ОКП. В случаях, если это требование невыполнимо, любое образование КМ должно быть минимизировано по количеству, занимаемой области и срокам пребывания КМ на орбите.

Основными мерами ограничения техногенного засорения ОКП являются:
- предотвращение образования КМ в процессе штатных операций КСр;
- предотвращение возможных разрушений КСр, в том числе вследствие их взрыва;
- увод с рабочих орбит КСр после окончания их активного функционирования;
- предупреждение столкновений КСр на орбите;
- сокращение сроков баллистического существования КСр после окончания их активного функционирования.

5.3 Требования настоящего стандарта к КСр по ограничению техногенного засорения ОКП следует включать в виде отдельного раздела в ТТЗ (ТЗ) на вновь создаваемые и модернизируемые КСр.

5.4 В проектную и эксплуатационную документацию на все КСр следует включать конкретный состав и содержание конструктивных и эксплуатационных мероприятий по реализации требований ТТЗ (ТЗ) по ограничению техногенного засорения ОКП, а также соответствующее обоснование этих мероприятий, в том числе:
- перечень и описание штатных и возможных аварийных ситуаций, которые могут сопровождаться образованием КМ;
- описание особенностей конструкции и функционирования КА и орбитальных ступеней РН, дающих информацию о возможных источниках образования КМ (твердом топливе, химических источниках электрического тока, емкостях под давлением, топливных баках и трубопроводах, пиротехнических устройствах, устройствах со значительными запасами кинетической энергии, системах отделения полезной нагрузки, системах развертывания складных и трансформируемых конструкций, защитных крышках бортовых приборов и заглушках, системах самоликвидации, покрытиях наружных поверхностей и т.п.);
- данные об ожидаемом количестве, массе, размерах, форме, материале отделяемых операционных элементов размером более 1 мм и ожидаемом сроке их пребывания в ОКП до входа в плотные слои атмосферы;
- план увода КСр после окончания его активного функционирования на целевой орбите.

5.5 При планировании программ, проектов или экспериментов, предусматривающих запуск КСр на орбиту, необходимо, чтобы траектории этих объектов можно было надежно определять с использованием имеющихся средств наблюдения.

5.6 При планировании и выполнении требований раздела 6 следует учитывать стоимость работ по реализации этих требований.

5.7 При сертификации изделий космической техники необходимо проводить анализ выполнения требований по ограничению техногенного засорения ОКП.

5.8 Каждый случай техногенного засорения ОКП, в том числе не связанный с выполнением требований раздела 6, следует анализировать, при этом следует определять причины возникновения таких ситуаций и разрабатывать рекомендации по их предотвращению.

5.9 Контроль за выполнением заданных требований к КСр по обеспечению ограничения техногенного засорения ОКП осуществляет заказчик этих средств.

6 Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства

6.1 Предотвращение образования космического мусора в процессе проведения штатных операций космических средств

Общими требованиями по предотвращению образования КМ при выполнении штатных операций должны быть:

- исключение образования фрагментов КМ от средств разделения и отделения полезной нагрузки КА, выполненных на основе пиро- и пневмозамков, толкателей различных типов, предохранительных крышек и пружин приборов КА, а также выброса фрагментов средств разделения на основе пироболтов, удлиненных кумулятивных зарядов, пироножей и пирогильотин;
- исключение выброса фрагментов сопловых заглушек, сопловых крышек и других элементов ДУ;
- втягивание троса внутрь КА после использования тросовых систем;
- исключение неорганизованного выброса в ОКП твердого мусора при использовании пилотируемых орбитальных средств;
- исключение отделения ДУ от орбитальных средств, предназначенных для функционирования в защищаемых областях НОО и ГСО. Если отделение ДУ неизбежно, то его следует проводить на такой орбите, при движении по которой ДУ всегда будет находиться вне защищаемых областей НОО и ГСО;
- исключение выбросов твердотопливными двигателями твердых продуктов сгорания в защищаемые области НОО и ГСО.

Допускаются штатные операции разделения орбитальных средств с ядерными энергетическими установками на борту и средств выведения, если указанные штатные операции отвечают требованиям радиационной безопасности [1].

6.2 Предотвращение разрушений космических средств

6.2.1 Предотвращение непреднамеренных разрушений космических средств в процессе функционирования

При проектировании и разработке КСр следует проводить анализ возможных эффектов и вероятных отказов, способных привести к случайным разрушениям этих средств.

В процессе функционирования следует периодически проверять КСр для выявления и прогнозирования событий, которые могут привести к их разрушениям или потере управляемости. В конструкторской документации на разработку КСр должны быть предусмотрены мероприятия, которые будут выполняться в случае обнаружения таких событий, включая мероприятия по уводу с орбиты КСр и их пассивации, в случае невозможности предотвращения этих событий.

6.2.2 Предотвращение преднамеренных разрушений космических средств

КСр следует проектировать и разрабатывать таким образом, чтобы были исключены преднамеренное разрушение (самоликвидация, преднамеренное столкновение и др.), а также другие действия, которые могут повлечь за собой образование КМ и существенно увеличить риск его столкновения с КО.

Допускается самоликвидация КСр непосредственно перед их входом в плотные слои атмосферы для уменьшения риска падения крупных КО на Землю. На штатных орбитах самоликвидация КСр (в том числе специальных КА) не допускается.

6.2.3 Предотвращение разрушений космических средств после окончания их активного функционирования

Для предотвращения (сведения к минимуму вероятности возникновения) случайных взрывов КСр после окончания их активного функционирования необходимо:

а) проводить пассивацию:

1) удаление остатков топлива из баков КСр, а также остатков топлива и газов наддува из всех полостей ДУ путем дожигания или дренажа для предотвращения случайных разрушений вследствие повышения давления или протекания химических реакций при воздействии факторов космического пространства;

2) разрядку батарей и размыкание зарядных линий;

3) стравливание газов из баллонов высокого давления до уровня давления, гарантирующего отсутствие возможности любых разрывов и разрушений, приводящих к образованию КМ;

4) разгрузку (прекращение вращения) маховиков, гироскопов и других аналогичных механических устройств;

б) применять такую конструкцию пиротехнических элементов КСр, чтобы исключалось их срабатывание под действием ударов частиц КМ.

Примечание — Требования 6.2.1 не относятся к КСр, для которых предусмотрен контролируемый вход в атмосферу Земли с целью уничтожения (затопления) по завершении их активного функционирования.

6.3 Предотвращение столкновений космических средств с космическими объектами

6.3.1 При планировании запуска КСр следует проводить оценку риска столкновений запускаемых КСр с каталогизированными КО и, по возможности, соответствующий выбор временных интервалов запуска с целью минимизации риска столкновений.

6.3.2 В программах долговременного полета орбитальных средств с экипажем на борту должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению вероятности столкновений с каталогизированными КО.

6.3.3 Конструкция КС должна обеспечивать максимальную защиту от разрушений критических элементов и систем (выход из строя которых может привести к потере КС) при столкновении с КМ.

6.3.4 В программах полета непилотируемых орбитальных средств (при наличии технической возможности) также должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению вероятности столкновений с каталогизированными КО.

6.4 Увод космических аппаратов, разгонных блоков и орбитальных ступеней ракет-носителей по окончании их функционирования в зоны захоронения или на орбиты с ограниченным сроком баллистического существования

6.4.1 Вероятность успешного увода КА, РБ и орбитальных ступеней РН должна составлять не менее 0,8.

Данную вероятность рассчитывают исходя из надежности подсистем, применяемых для увода. На момент окончания эксплуатации КА, РБ и орбитальные ступени РН должны располагать всеми ресурсами для осуществления увода.

6.4.2 КА и орбитальные ступени РН, функционирующие в области ГСО, по окончании функционирования должны быть уведены выше ГСО так, чтобы исключить их столкновения с КО, которые продолжают находиться в области ГСО. Превышение высоты перигея орбиты захоронения над высотой геостационарной орбиты, км, рассчитывают по формуле

$$235 + (1000\ C_R\ A/m), \qquad (1)$$

где 235 — сумма верхнего предела защищаемой области ГСО по ее высоте (200 км) и максимальных отклонений орбиты КА вследствие лунно-солнечных и геопотенциальных возмущений (35 км);

C_R — коэффициент давления солнечного излучения (обычно в пределах 1—2), кг/м;

A/m — отношение площади поперечного сечения КА к его массе после прекращения штатного функционирования и проведения пассивации, $м^2/кг$.

После проведения увода орбита КА и орбитальных ступеней РН должна иметь высоту перигея над ГСО, достаточную для того, чтобы возмущающие силы не явились причиной возврата КА и орбитальных ступеней РН в защищаемую область ГСО в течение 100 лет.

Эксцентриситет орбиты увода отработавших КА и орбитальных ступеней РН с ГСО не должен превышать 0,003.

6.4.3 Все КА и орбитальные ступени РН, завершившие функционирование и находящиеся в области НОО или проходящие через нее (включая КО на ВЭО), или способные оказаться там в

процессе последующего движения, должны быть уведены на орбиту, на которой обеспечивается одно из следующих условий:

- расчетная продолжительность пассивного баллистического существования за счет действия возмущающих сил не превышает 25 лет;

- для исключения возможности входа в защищаемую область НОО осуществляется увод в зону захоронения с высотой перигея, достаточной для того, чтобы возмущающие силы не явились причиной возврата в защищаемую область НОО в течение 100 лет.

6.4.4 Орбитальные средства, конструкция которых не предусматривает возможность изменения параметров орбиты или маневрирования после окончания их функционирования, следует выводить на орбиты в области НОО с расчетным временем пассивного баллистического существования не более 25 лет.

6.4.5 Для орбитальных средств, содержащих на борту радиоактивные, токсичные или другие вредные вещества, увод с орбиты следует проводить так, чтобы исключить неприемлемое загрязнение этими веществами атмосферы или поверхности Земли.

Библиография

[1] Принципы, касающиеся использования ядерных источников энергии в космическом пространстве (приняты Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций в ее резолюции 47/68 от 14 декабря 1992 г., г. Вена, Австрия). — Договоры и принципы Организации Объединенных Наций, касающиеся космического пространства. Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк, 2008 г. С. 57—65

УДК 0.4:629.78:006.354 ОКС 13.020

Ключевые слова: изделия космической техники, общие требования, космические средства, ограничение техногенного засорения, околоземное космическое пространство, космический мусор, орбитальные средства, средства выведения, пассивация

БЗ 7—2018/83

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 24.09.2018. Подписано в печать 12.10.2018. Формат 60×84 $^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,26.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru