ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.2.3.3— 2023

Роботы и робототехнические устройства

РОБОТЫ КОСМИЧЕСКИЕ

Методы оценки соответствия предъявляемым техническим требованиям

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным автономным научным учреждением «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 141 «Робототехника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 сентября 2023 г. № 860-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
3.1 Термины и определения 2
3.2 Сокращения 3
4 Общие положения 3
5 Проверка соответствия требованиям к конструкции 4
6 Проверка соответствия требованиям к габаритным размерам, массе и положению центра масс и осевых моментов инерции 6
7 Проверка соответствия требованиям стандартизации и унификации 6
8 Проверка соответствия требованиям по обеспечению ЭМС 6
9 Проверка соответствия требованиям по метрологическому обеспечению 7
10 Оценка правильности выбора и применения ЭКБ 7
11 Проверка правильности выбора материалов и покрытий 7
12 Проверка соответствия требованиям к электрическому монтажу 7
13 Проверка электрической изоляции на соответствие требованиям 7
14 Проверка КР на соответствие требованиям к качеству электрической энергии 8
15 Проверка соответствия требованиям эргономики и технической эстетики 8
16 Проверка соответствия требованиям надежности 8
17 Проверка соответствия требованиям безопасности 9
18 Проверка соответствия требованиям к устойчивости, прочности и стойкости к ВВФ 9
19 Проверка соответствия требованиям комплектности 11
20 Оценка качества маркировки 11
21 Проверка соответствия требованиям к консервации и упаковке 11
Библиография 12

Введение

Требования стандартов комплекса ГОСТ Р 60 распространяются на роботы и робототехнические устройства различного назначения. Их целью является повышение интероперабельности роботов и их компонентов, а также снижение затрат на их разработку, производство и обслуживание за счет стандартизации и унификации процессов, интерфейсов, узлов и параметров.

Стандарты комплекса ГОСТ Р 60 представляют собой совокупность отдельно издаваемых стандартов. Стандарты данного комплекса относятся к одной из следующих тематических групп: «Общие положения, основные понятия, термины и определения», «Технические и эксплуатационные характеристики», «Безопасность», «Виды и методы испытаний», «Механические интерфейсы», «Электрические интерфейсы», «Коммуникационные интерфейсы», «Методы моделирования и программирования», «Методы построения траектории движения (навигация)», «Конструктивные элементы». Стандарты любой тематической группы могут относиться как ко всем роботам и робототехническим устройствам, так и к отдельным группам объектов стандартизации — промышленным роботам в целом, промышленным манипуляционным роботам, промышленным транспортным роботам, сервисным роботам в целом, сервисным манипуляционным роботам, сервисным мобильным роботам, а также к морским робототехническим комплексам.

Настоящий стандарт относится к тематической группе «Виды и методы испытаний» и распространяется на космические роботы.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Роботы и робототехнические устройства

РОБОТЫ КОСМИЧЕСКИЕ

Методы оценки соответствия предъявляемым техническим требованиям

Robots and robotic devices.
Space robots.
Methods for qualifying technical requirements conformance evaluation

Дата введения — 2024—01—01

1 Область применения

Требования настоящего стандарта распространяются на космические роботы, предназначенные для использования в герметичных и негерметичных отсеках космических аппаратов/пилотируемых космических комплексов, на их внешних поверхностях, в открытом космическом пространстве, а также на поверхности космических тел.

На основе настоящего стандарта могут быть разработаны стандарты, учитывающие особенности технических требований, предъявляемых к конкретным видам космических роботов с учетом специфики их назначения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.103 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки

ГОСТ 9.407 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида

ГОСТ 14.201 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования

ГОСТ 20.39.108 Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора

ГОСТ 27.310 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения

ГОСТ 16504 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 23752 Платы печатные. Общие технические условия

ГОСТ 25645.204 Безопасность радиационная экипажа космического аппарата в космическом полете. Методика расчета экранированности точек внутри фантома

ГОСТ Р 8.051 Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм

ГОСТ Р 60.0.0.4 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения

ГОСТ Р 60.0.7.3 Роботы и робототехнические устройства. Метод математического моделирования показателей надежности и виртуализации испытаний на надежность базовых элементов робототехнических комплексов при проектировании

ГОСТ Р 60.2.0.2 Роботы и робототехнические устройства. Роботы космические. Классификация

Издание официальное

ГОСТ Р 60.2.0.4—2023 Роботы и робототехнические устройства. Роботы космические. Общие технические требования

ГОСТ Р 53429 Платы печатные. Основные параметры конструкции

ГОСТ Р 53802 Системы и комплексы космические. Термины и определения

ГОСТ Р 57288 Принципы эргономического проектирования машин и оборудования. Часть 1. Терминология и основные принципы

ГОСТ Р 58629 Системы и комплексы космические. Анализ видов, последствий и критичности отказов изделий и процессов. Общие требования

ГОСТ Р 59312—2021 Ракетно-космическая техника. Электронная компонентная база. Порядок выбора, применения и проведения испытаний

ГОСТ Р 70201 Системы автоматизированного проектирования электроники. Оптимальное сочетание натурных и виртуальных испытаний электроники на надежность и внешние воздействующие факторы. Требования и порядок проведения при выполнении технического задания на НИОКР

ГОСТ Р ИСО 6385 Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем

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, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 60.0.0.4 и ГОСТ Р 53802, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

космический робот: Робот, функционирующий в открытом космическом пространстве либо на небесном теле, либо на внешней поверхности, или в герметичных отсеках космического аппарата, или на планетной станции с целью выполнения задач по назначению.

[ГОСТ Р 60.2.0.2—2022, статья 3.1]

3.1.2

космический робототехнический комплекс: Совокупность функционально взаимосвязанных элементов, включая одного или нескольких космических роботов и другие вспомогательные технические средства космического и наземного базирования, обеспечивающие использование по назначению.

[ГОСТ Р 60.2.0.2—2022, статья 3.2]

3.1.3

космическая робототехническая система: Совокупность одного или нескольких робототехнических комплексов и других космических комплексов, взаимодействующих между собой для достижения поставленной цели космической миссии.

[ГОСТ Р 60.2.0.2—2022, статья 3.3]

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

АВПКО — анализ видов, последствий и критичности отказов;
АФУ — антенно-фидерное устройство;
ВВФ — внешние воздействующие факторы;
ГНИО РКП — головная научно-исследовательская организация ракетно-космической промышленности;
ДС — документ по стандартизации;
ИИ — ионизирующее излучение;
ИО — испытательное оборудование;
КА — космический аппарат;
КД — конструкторская документация;
КДИ — конструкторско-доводочные испытания;
КИ — комплексные испытания;
КИМП — комплектующие изделия межотраслевого применения;
КПЭО — комплексная программа экспериментальной отработки;
КР — космический робот;
КРР — карты рабочих режимов;
КЭ — комплектующий элемент (комплектующие элементы);
ЛОИ — лабораторно-отработочные испытания;
НД — нормативные документы;
ОТК — отдел технического контроля;
ПКК — пилотируемый космический комплекс;
ПИ — периодические испытания;
ПКК — пилотируемый космический корабль;
ПМИ — программа и методики испытаний;
ПОБ — программа обеспечения безопасности;
ПОН — программа обеспечения надежности;
ПрИ — предварительные испытания;
ПСИ — приемо-сдаточные испытания;
РЭА — радиоэлектронная аппаратура;
САПР — система автоматизированного проектирования;
САС — срок активного существования;
СИ — средство измерения;
СпИ — специальные испытания;
СЧ — составная часть;
ТЗ — техническое задание;
ТЗЧ — тяжелые заряженные частицы;
ТИ — типовые испытания;
ТУ — технические условия;
ЭКБ — электронная компонентная база;
ЭМС — электромагнитная совместимость.

4 Общие положения

4.1 Выполнение технических требований, изложенных в ГОСТ Р 60.2.0.4 и в ТЗ на разработку КР, необходимо обеспечивать на всех стадиях разработки КР в соответствии с ГОСТ 2.103. Оценку соответствия КР требованиям, установленным в ТЗ и ТУ на основе ГОСТ Р 60.2.0.4, осуществляют проведением испытаний опытных образцов КР и/или серийных изделий.

Испытания опытных образцов проводят в соответствии с ПМИ, испытания серийно изготавливаемых КР — в соответствии с ТУ. На ранних стадиях разработки КР и для единичных изделий с литерой «И» порядок оценки соответствия конкретного КР предъявляемым техническим требованиям устанав-

ливают в программах экспериментальных исследований, на этапах разработки рабочей КД и при контрольных испытаниях по ГОСТ 16504 в ПМИ на КР, а также в соответствующих разделах ТУ на КР.

4.2 При технически обоснованных невозможности или нецелесообразности проведения испытаний допускается по согласованию с заказчиком проводить проверку соответствия КР установленным требованиям расчетным и/или расчетно-экспериментальным методом, о чем должно быть указано в ПМИ или ТУ на КР.

4.3 Для оценки соответствия КР отдельным техническим требованиям используют следующие методы:

- аналитический метод — проверка КД на КР в части обеспечения требований;
- расчетный метод, включая использование компьютерных методов проектирования (САПР), математического моделирования в соответствии с ГОСТ Р 60.0.7.3, компьютерного эксперимента и виртуальных испытаний на основании требований ГОСТ Р 70201;
- экспериментальный метод — испытания опытных образцов КР, включая проверки функционирования, измерения, визуальный и инструментальный контроль параметров и характеристик;
- комбинированные методы.

На ранних стадиях создания КР в качестве основных используют аналитический и расчетный методы, испытания проводят на макетах (моделях).

Для единичных изделий, не подлежащих дальнейшему тиражированию по решению главного конструктора, объем реальных испытаний сводится к допустимому минимуму, а контрольные испытания, как правило, проводят в условиях штатной эксплуатации.

Допускается составление матрицы (таблицы) подтверждения соответствия КР техническим требованиям в случае наличия соответствующего требования в ТЗ на разработку КР или космический комплекс/систему, в которую он входит.

4.4 По результатам проведенных проверок и оценок соответствия КР техническим требованиям в случаях, оговоренных настоящим стандартом или ТЗ, ТУ и ПМИ на КР, выпускают отчетные документы, которые оформляют в порядке, установленном соответствующими ДС , а также положениями [1], [2], [3] и другими регламентирующими документами Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос», если они включены в ТЗ на проведение опытно-конструкторской работы по созданию (модернизации) КР.

4.5 КР, разработанные ранее для эксплуатации в составе космического комплекса/системы, допускают к использованию на другом космическом комплексе/системе с учетом степени проведенной автономной отработки и с обязательным оформлением протокола разрешения применения заимствованного изделия в порядке, установленном действующими в космической отрасли НД. В случае необходимости в протоколе или прилагаемых к нему документах определяют объем дополнительных мероприятий (испытаний, мер защиты, согласования номенклатуры ЭКБ и т. п.).

5 Проверка соответствия требованиям к конструкции

5.1 Оценку соответствия конструкции КР заданным техническим требованиям по сохранению работоспособности при ВВФ проводят на стадии разработки КД аналитическим и расчетным методами и подтверждают, как правило, испытаниями (экспериментальными методами) на стадии автономной и комплексной отработки на устойчивость, прочность и стойкость в режимах, соответствующих режимам эксплуатации или превышающих их.

Необходимость проведения конкретных расчетно-аналитических оценок и оформления соответствующих отчетных документов (отчетов, расчетов, заключений и т. п.) определена в соответствующих государственных и отраслевых стандартах, применяемых при проведении прочностных, тепловых (термобалансных и электрических термовакуумных) испытаний, при испытаниях и расчетах на единичные сбои и единичные отказы при воздействии ионизирующих излучений космического пространства (ИИ КП), а также указана в ТЗ и ТУ на КР.

Автономную отработку составных частей КР и КР в целом проводят с учетом запасов или коэффициентов относительно эксплуатационных режимов воздействия ВВФ, т. е. квалификационными режимами (по уровню, длительности и/или количеству воздействий) в соответствии с требованиями государственных и отраслевых ДС, ТЗ и ТУ на КР.

Примечание — Перечень ссылочных государственных и отраслевых стандартов в части проведения испытаний в подтверждение технических характеристик КР подлежит согласованию с заказчиком.

5.2 Проверку соответствия конструкции КР требованиям технологичности проводят по номенклатуре показателей по ГОСТ 14.201.

Проверку проводят представители технологической службы предприятия-разработчика КР при подписании КД, подлежащей технологическому контролю.

5.3 Проверку соответствия параметров конструкции печатных плат, входящих в состав электронных модулей, требованиям ГОСТ Р 53429 проводят представители технологической службы предприятия — разработчика КР при подписании КД, подлежащей технологическому контролю.

Соответствие печатных плат требованиям ГОСТ 23752 обеспечивают при изготовлении и подтверждают испытаниями по частным программам, по ТУ при входном контроле ОТК в организации — изготовителе КР и его СЧ, а также при испытаниях в составе СЧ КР и КР в целом в соответствии с КПЭО (при необходимости — частными КПЭО на СЧ КР).

5.4 Надежную работу КР в условиях микрогравитации, т. е. при отсутствии земной гравитации, обеспечивают при конструировании и подтверждают СпИ в лабораторных условиях, имитирующих невесомость, о чем указывают в ТУ и/или ПМИ на КР.

5.5 Отсутствие механических резонансов конструкции в диапазонах низких частот подтверждают результатами испытаний при проведении ЛОИ. В случае, когда для конкретного КР ЛОИ не предусмотрены, соответствующие испытания вводят в ПМИ КДИ.

5.6 Эффективность выбора виброударных изоляторов (амортизаторов) подтверждают в процессе испытаний на вибрационную и ударную прочность или устойчивость при проведении ЛОИ и/или КДИ. Места измерения параметров вибронагружения и критерии оценки динамических характеристик конструкции КР устанавливают в ПМИ.

5.7 Оценку конструкции элементов крепления, контровки резьбовых соединений, взаимозаменяемости составных частей КР, наличия конструктивных ключей и фиксаторов, четкости и однозначности маркировки разъемных частей проводят при проверке технологичности КР и его составных частей, а также в процессе монтажных, сборочных работ и испытаний первого опытного образца КР. Выявленные замечания к конструкции КР и его составным частям, а также предложения по их устранению должны быть реализованы при корректировке КД.

5.8 Конструктивные меры для обеспечения тепловых режимов ЭКБ и их работоспособности с учетом других тепловыделяющих устройств, входящих в состав КА/ПКК, а также необходимость применения дополнительных средств нагрева/охлаждения, определяют на основании тепловых расчетов, проводимых на стадии разработки рабочей КД.

Оценку эффективности этих мер проводят на стадии автономных отработочных испытаний КР на теплоустойчивость, в том числе в условиях пониженного давления и/или имитации отсутствия естественного конвективного теплообмена при невесомости.

5.9 Эффективность выбора индивидуальных средств тепловой защиты КР в целом и его составных частей подтверждают, при необходимости, в процессе испытания КР на температурную устойчивость в условиях вакуума при проведении ЛОИ и/или КДИ.

5.10 Наличие в КД на КР мер защиты его от статического электричества, электрических и тепловых перегрузок, наличие элементов металлизации и норм их переходного сопротивления, норм сопротивления транзитных цепей и замкнутых контактов, защитных технологических крышек обеспечивают при конструировании и проверяют на стадиях подписания КД представители службы технологического контроля изготовителя и заказчика.

Соответствие переходных сопротивлений металлизации, сопротивлений транзитных цепей и замкнутых контактов нормам, указанным в КД, проверяют в процессе ПСИ и ПрИ каждого образца КР, если КР создают (модернизируют) по ТЗ на ОКР.

5.11 Оценку соответствия конструкции составных частей КР герметичного исполнения требованиям по герметичности их корпусов проводят соответствующими проверками на этапе изготовления составных частей КР и при проведении автономных испытаний КР в целом по его КПЭО.

5.12 Наличие гарантированного зазора между подвижными и неподвижными составными частями КР оценивают проверками на этапе изготовления КР и после проведения зачетных прочностных испытаний и испытаний на тепловые воздействия.

5.13 Неиспользование для подсоединения цепей экранировки и металлизации и в качестве токонесущего элемента корпуса КР за исключением корпусов антенн и приборов АФУ, являющихся составными частями КР, контролируют при испытаниях проверкой соответствия образца КР электрической схеме и проверкой результатов испытаний на электромагнитную совместимость (в том числе при проведении испытаний на электростатические разряды).

5.14 Указания в КД о наличии защитных крышек и бленд для оптических поверхностей обеспечивают при конструировании. Защитные крышки и бленды должны пройти испытания на безотказность и долговечность.

6 Проверка соответствия требованиям к габаритным размерам, массе и положению центра масс и осевых моментов инерции

6.1 Проверку габаритных размеров, в том числе установочных размеров, допусков формы и расположения посадочных поверхностей КР в целом и его составных частей, проводят с применением СИ как контрольную операцию технологического процесса изготовления.

6.2 Для контроля габаритных размеров должны применяться СИ, обеспечивающие точность измерений в соответствии с ГОСТ Р 8.051 и НД предприятия — изготовителя КР.

6.3 Массу, положение центра масс и осевые моменты инерции КР определяют расчетным путем на этапе разработки КД и подтверждают при проведении ПрИ. Методики определения и контроля центра масс и осевых моментов инерции приводят по отдельным ПМИ на КР. Положение центра масс и осевые моменты инерции определяют при проведении ЛОИ, КДИ. Массу каждого КР контролируют при проведении ПСИ.

6.4 Приспособление для проверки положения центра масс должно обеспечивать определение действительного положения с погрешностью не более ±30 % от его наибольшего допускаемого отклонения, указанного в КД на КР.

6.5 Для КР массой выше 30 кг при технологическом контроле чертежей проверяют наличие в конструкции специальных такелажных устройств, предусмотренных для подъема, переноски и удержания КР в поднятом положении при монтажных работах и техническом обслуживании.

7 Проверка соответствия требованиям стандартизации и унификации

7.1 Проверку соответствия КР заданным требованиям стандартизации и унификации в процессе поэтапного контроля (согласования) разрабатываемых ТЗ и КД, а также экспертизу выпущенной КД проводит специальная экспертная комиссия с участием представителей ГНИО РКП.

7.2 При проведении проверок оценивают:

- полноту указания в ТЗ и реализации в КД на КР требований стандартизации и унификации;
- соблюдение в разработанном КР требований стандартов и других действующих в космической отрасли НД, распространяющихся на данный тип изделия КР;
- соответствие применяемой ЭКБ и материалов ограничительным перечням;
- обоснованность использования оригинальных составных частей и возможность замены их на стандартизованные и унифицированные;
- полноту применения стандартизованного и унифицированного оборудования, средств измерения и методов испытаний, контроля и измерений.

7.3 По результатам экспертизы КД выпускают экспертное заключение с учетом полученных показателей стандартизации и унификации, указанных в ТЗ и ТУ на КР.

8 Проверка соответствия требованиям по обеспечению ЭМС

8.1 Соответствие КР требованиям по обеспечению ЭМС предусматривают в процессе выпуска КД и подтверждают при проведении СпИ, проводимых по специальной ПМИ.

8.2 Требования по обеспечению ЭМС и устойчивость к ЭСР подтверждают на опытном образце КР на этапе ПрИ при создании (модернизации) КР по ТЗ на ОКР и/или на этапе комплексных испытаний с КА, на который устанавливают КР по условиям доставки к месту эксплуатации и для места эксплуатации (в составе орбитальных станций). ЭМС СЧ КР в случае необходимости подтверждают на этапе КДИ.

9 Проверка соответствия требованиям по метрологическому обеспечению

9.1 Оценку соответствия метрологического обеспечения КР заданным требованиям проводит при текущем контроле и метрологической экспертизе КД метрологическая служба предприятия — разработчика КР.

9.2 Метрологическую экспертизу проводят, как правило, по окончании разработки КР, она заключается в оценке принятых решений по метрологическому обеспечению в полном комплекте КД на КР.

Допускается проведение метрологической экспертизы КД выборочно для наиболее ответственных составных частей КР в порядке, установленном действующими в космической отрасли НД.

10 Оценка правильности выбора и применения ЭКБ

10.1 Оценку правильности выбора и применения ЭКБ проводят на стадии разработки рабочей КД должностные лица организации — разработчика КР, ответственные за правильность применения ЭКБ в соответствии с требованиями [1], [2], в порядке, установленном в разделе 14 ГОСТ Р 59312—2021. По результатам оценки правильности применения ЭКБ должен быть выпущен комплект КРР в соответствии с [3].

10.2 При оценке правильности выбора и применения ЭКБ проверяют:

- перспективность и соответствие выбранной номенклатуры ЭКБ перечням [4] и [5];
- соответствие условий эксплуатации ЭКБ в электронных узлах и модулях КР (по ВВФ, показателям надежности и безопасности, электрическим и тепловым режимам) требованиям указанным в НД на ЭКБ;
- правильность расчетов коэффициентов нагрузки и их соответствие требованиям, указанным в НД на ЭКБ;
- указание в КРР необходимости измерений отдельных параметров ЭКБ (недостаточно достоверно определяемых расчетным путем, находящихся за пределами рекомендуемых коэффициентов нагрузки и др.) при проведении автономных отработочных испытаний КР и его составных частей.

10.3 Порядок подтверждения качества и соответствия ЭКБ требованиям, предъявляемым к КР, определен разделом 11 ГОСТ Р 59312-2021.

11 Проверка правильности выбора материалов и покрытий

Проверку правильности выбора материалов и покрытий для конструкции КР проводит на стадии согласования КД материаловедческая служба организации — разработчика КР и направляет в головной ГНИО РКП по материаловедению перечни применяемых материалов и покрытий на согласование. ГНИО РКП по материаловедению выдает заключение о правильности применения материалов и покрытий после завершения автономных и комплексных испытаний КР.

12 Проверка соответствия требованиям к электрическому монтажу

12.1 Проверку качества электрического монтажа (контроль соответствия электрической схеме, выявление схемно-конструктивных и производственных ошибок в монтаже, анализ дефектов, проявившихся при испытаниях аппаратуры) проводят на стадиях изготовления и испытаний КР и его составных частей по указанным в КД таблицам соединений, перечням точек контроля и контактов внешних электрических соединителей.

Контроль соответствия требованиям к электрическому сопротивлению и прочности изоляции проводят измерительным методом.

12.2 При визуальном контроле в необходимых случаях применяют средства с восьмикратным увеличением, а также специальные переносные лампы и зеркала. Для выявления скрытых дефектов или металлографических исследований используют рентгенотелевизионный и другие методы.

13 Проверка электрической изоляции на соответствие требованиям

13.1 Проверки электрического сопротивления и электрической прочности изоляции проводят на стадиях изготовления и испытаний КР и его составных частей.

13.2 Эти проверки проводят в совокупности с другими проверками КР и его составных частей в объемах ПСИ, ПрИ (при необходимости), ПИ, КИ, ТИ, ЛОИ, КДИ и СпИ.

13.3 Рекомендуется проводить предварительные проверки электрического сопротивления и электрической прочности изоляции отдельных узлов и электрических жгутов до сборки их в корпусах составных частей КР.

14 Проверка КР на соответствие требованиям к качеству электрической энергии

14.1 Проверку функционирования КР на соответствие требованиям к качеству электрической энергии проводят в технически обоснованных случаях на стадии автономных отработочных испытаний КР и его составных частей.

14.2 Методы проверки аппаратуры устанавливают в ПМИ ЛОИ или СпИ с учетом вида электроэнергии для питания КР и его составных частей, а также показателей ее качества.

15 Проверка соответствия требованиям эргономики и технической эстетики

Оценку выполнения эргономических требований и требований технической эстетики проводят на стадии разработки рабочей КД на КР с учетом ГОСТ 20.39.108, ГОСТ Р 57288 и ГОСТ Р ИСО 6385.

16 Проверка соответствия требованиям надежности

16.1 Работы по обеспечению надежности КР организуют и проводят в соответствии с ПОН на КР или космическую систему, в которую он входит.

Мероприятия по обеспечению радиационной устойчивости и стойкости КР и его составных частей допускается включать в ПОН в виде специального раздела или приложения.

16.2 Проверка полноты подраздела ТЗ «Требования к надежности» включает в себя проверку, как минимум:

- номенклатуры показателей надежности по всем необходимым составляющим;
- количественных значений каждого показателя;
- критериев отказов и предельных состояний;
- требований к срокам, порядку и методам подтверждения соответствия КР заданным требованиям к надежности.

16.3 В ТУ на КР (в соответствующем разделе «Требования к надежности») проверяют наличие перечня всех нормируемых показателей надежности и их количественные значения.

В разделе «Правила приемки и отработки» ТУ на КР должны быть приведены методы подтверждения отдельных показателей надежности на стадиях разработки рабочей КД, а также, в случае если некоторые из таких показателей не могут быть проверены в рамках КДИ и ПСИ, на стадии автономных отработочных испытаний КР.

16.4 Соответствие КР и его составных частей требованиям к безотказности подтверждают, как правило, расчетом и положительными результатами всех видов испытаний. Для расчета используют методы, установленные действующими в космической отрасли НД.

16.5 Для подтверждения соответствия КР и его составных частей заданным требованиям к нижней доверительной границе вероятности безотказной работы следует использовать экспериментальный метод — ресурсные испытания при ЛОИ и КДИ необходимого количества экземпляров (объема выборки) КР. Объем выборки определяют согласно действущим в космической отрасли НД, исходя из требуемой нижней границы вероятности безотказной работы и доверительной вероятности.

Требование считают подтвержденным при отсутствии неустраненных отказов КР или его составных частей.

16.6 Контроль выполнения требований по сохранению работоспособности КР и его составных частей при заданном количестве отказов КЭ необходимо осуществлять путем прведения АВПКО по ГОСТ 27.310 и ГОСТ Р 58629 на основе проверки принципиальных схем КР и его составных частей на стадии их разработки и, при необходимости, проверкой работоспособности с имитацией возможных отказов на комплексном стенде КР.

16.7 Соответствие требованиям к ресурсу следует обеспечивать выбором КЭ и схемно-конструктивных решений (выбором КЭ с гарантийной наработкой не менее заданного в ТУ на КР значения ресурса; снижением тепловых и электрических режимов и т. п.) и подтверждать, при необходимости, результатами ресурсных испытаний при проведении ЛОИ и/или КДИ. При этом в зачет ресурсной наработки допускается учитывать наработку КР и его составных частей при других видах испытаний и проверок в объеме ЛОИ и/или КДИ, о чем указывают в соответствующих ПМИ КР.

При заданном ресурсе КР свыше 500 ч (САС более трех лет) допускается использование методик ускоренных (форсированных) испытаний. Ускоренные испытания проводят по специальной ПМИ, согласованной с заказчиком.

Если для релейно-контактной аппаратуры и для других видов аппаратуры из состава КР при наличии технического обоснования ресурсные испытания не проводят, об этом должно быть дано указание в ТУ.

16.8 Требования к САС КР и его составных частей обеспечивают выбором конструкционных материалов и КИМП с гарантийными сроками выше САС КР, проведением сертификационных испытаний ЭКБ и материалов (при необходимости), проведением отработочных и контрольных испытаний КР.

16.9 Требования к срокам сохраняемости (хранения) обеспечивают выбором конструкционных материалов и КИМП со сроками хранения и условиями хранения не ниже заданных в ТУ на КР и проведением при необходимости испытаний на сохраняемость по отдельным ПМИ.

16.10 Требования к ремонтопригодности КР обеспечивают схемно-конструктивными решениями, если способ проверки этого требования не указан в ТЗ на КР.

17 Проверка соответствия требованиям безопасности

17.1 Соответствие КР требованиям безопасности обеспечивают выбором схемно-конструктивных решений, материалов, покрытий, ЭКБ, тепловых и электрических режимов на стадии разработки рабочей КД на КР. Необходимость оценок соответствия отдельным требованиям безопасности, объем и методы этих оценок устанавливают в ТЗ, ПОБ, ТУ и ПМИ на КР.

17.2 Требования к взрывобезопасности КР и его составных частей, располагаемых в негерметичных отсеках КА/ПКК, подтверждают при проведении СпИ путем аттестации на взрывобезопасность в соответствующих лицензированных центрах МЧС. Необходимость проведения СпИ на взрывобезопасность указывают в ТУ на КР. СпИ на взрывобезопасность проводят по специальной ПМИ, согласованной с заказчиком.

17.3 Требования к пожаробезопасности КР и его составных частей, располагаемых в обитаемых отсеках КА/ПКК, обеспечивают в соответствии с требованиями действующих в космической отрасли НД. Необходимость проведения СпИ на пожаробезопасность указывают в ТУ на КР. СпИ на пожаробезопасность проводят по специальной ПМИ, согласованной с заказчиком.

18 Проверка соответствия требованиям к устойчивости, прочности и стойкости к ВВФ

18.1 Соответствие КР и его составных частей требованиям ТЗ к устойчивости, прочности и стойкости к ВВФ, характеристики которых приведены в приложении Б ГОСТ Р 60.2.0.4—2023, обеспечивают на стадиях эскизного и технического проектирования, разработки рабочей КД на КР выбором схемно-конструктивных решений, материалов, КЭ и тому подобным.

Оценку соответствия этим требованиям проводят по результатам сертификационных (при необходимости), отработочных и контрольных испытаний и проверок, проводимых на стадии автономной отработки КР и его составных частей [ПСИ, ПрИ (для разрабатываемых или модернизируемых по ТЗ на ОКР), ПИ, КИ, ТИ, ЛОИ, КДИ и СпИ] согласно КПЭО, ПМИ и ТУ на КР и/или на космическую систему, в состав которой входит КР.

18.2 При определении в ПМИ объемов испытаний учитывают допущения, приведенные в 18.3—18.13. Если испытания на определенный воздействующий фактор проводят однократно, об этом должно быть указано в ТУ с внесением результатов испытания.

18.3 Требования к прочности и работоспособности (стойкости) КР и его составных частей после транспортирования следует подтверждать испытаниями динамического макета КР, при этом должны

быть воспроизведены режимы воздействующих факторов наиболее «жестких» условий транспортирования.

18.4 Требования к вибропрочности и виброустойчивости КР в диапазоне частот от наименьшей заданной в ТЗ на КР до 20 Гц и отсутствию резонансных частот КР и его конструктивных элементов в диапазоне от наименьшей заданной до 40 Гц допускается проверять только при проведении ЛОИ и/или КДИ.

Допускается не проводить испытания на вибропрочность, виброустойчивость в диапазоне частот от наименьшей заданной в ТЗ до 10 Гц, если отсутствие резонансных частот подтверждено испытаниями, расчетом или анализом.

18.5 Если в ТЗ на КР требования к вибропрочности или виброустойчивости в диапазоне частот от 20 до 2000 Гц заданы в виде случайной вибрации, но для проведения испытаний методом случайной вибрации отсутствует соответствующее испытательное оборудование, то допускается замена режимов случайной вибрации на эквивалентные им режимы синусоидальной вибрации, о чем должно быть указано в ПМИ на КР.

18.6 При суммарном среднем квадратическом уровне звукового давления ниже 130 дБ допускается не подтверждать испытаниями требования к прочности и устойчивости КР при воздействии акустических шумов.

18.7 Требования к прочности и устойчивости КР при воздействии линейных (центробежных) ускорений допускается не подтверждать испытаниями, если значения максимального ускорения в соответствии с требованиями ТЗ на КР не превышают 98,1 $м \cdot с^{-2}$ (10 g) и/или выполнение требования подтверждено расчетами или анализом.

18.8 Требования к устойчивости и стойкости к воздействию пониженного давления менее $1{,}33 \cdot 10^{-3}$ Па для КР, работающих на внешней поверхности КА, допускается подтверждать испытаниями при давлении от $1{,}33 \cdot 10^{-3}$ до $1{,}33 \cdot 10^{-2}$ Па. При этом КР или отдельные его узлы, имеющие пары трения, следует испытывать при давлении, указанном в ТЗ на КР.

18.9 Требования к стойкости КР, эксплуатируемого в герметичных отсеках КА/ПКК, после воздействия технологического вакуумирования и наддува обеспечивают выбором соответствующей конструкции и ЭКБ и не подтверждают испытаниями.

18.10 Требования к устойчивости к воздействию протонного и электронного ИИ, ТЗЧ космического пространства, а также ИИ внутренних источников при их наличии в составе узлов, блоков и модулей КР оценивают в соответствии с ПОН на КР. Оценку расчетным методом на стадии разработки рабочей КД на КР проводят в соответствии с ГОСТ 25645.204.

При расчете учитывают максимально допустимые уровни излучений, указанные в ТУ на используемые в КР ЭКБ и материалы, а также конструктивное исполнение и место расположения электронных модулей на КР (для оценки суммарной степени защиты от излучения). По результатам расчета принимают решение о целесообразности проведения СпИ на радиационную стойкость.

Значение критерия необходимости проведения СпИ устанавливают на основании НД, действующих в космической отрасли. Допускается значение критерия необходимости проведения СпИ устанавливать по согласованию с заказчиком.

В случае принятия решения о необходимости проведения СпИ КР разрабатывают и согласовывют с заказчиком отдельную ПМИ, в которой указывают порядок их проведения.

Если возможности ИО ограничены и не позволяют испытать крупногабаритный КР в полном составе, допускается проведение СпИ на отдельных функциональных узлах и модулях, определяющих радиационную устойчивость КР, о чем должно быть указано в ПМИ СпИ.

Допускается по согласованию с заказчиком:

- проводить СпИ на КР, имеющем подобные данному КР схемно-конструктивные решения и состав ЭКБ, о чем должно быть указано в ТУ на данный КР;

- заменять вид излучения моделирующих установок с пересчетом норм испытаний (потоков частиц и поглощенных доз ИИ), о чем должно быть указано в ПМИ СпИ.

18.11 Требование к устойчивости тепловыделяющей РЭА в составе КР в условиях, имитирующих невесомость (отсутствие конвективного обмена), допускается по согласованию с заказчиком не подтверждать, если температура максимально нагруженных элементов ЭКБ, полученная по результатам проведенного с учетом условий отсутствия конвективного теплообмена при невесомости теплового расчета или измерения при проведении ЛОИ на теплоустойчивость в тех же условиях, не превышает температуру, полученную в нормальных климатических условиях, более чем на 5 °С.

18.12 Требование к стойкости КР и его составных частей к воздействию солнечного излучения в местах, не защищенных от его воздействия, допускается подтверждать испытаниями фрагментов, узлов и модулей КР, содержащих ЭКБ, или образцов материалов и покрытий, применяемых впервые для внешних деталей КР.

18.13 Требования к стойкости КР и его составных частей к воздействию биологических факторов (бактерий, плесени, насекомых, грызунов) при размещении в местах, не защищенных от их воздействия, обеспечивают выбором конструкционных материалов, покрытий и соответствующей ЭКБ без проведения испытаний.

18.14 Для подтверждения правильности выбора схемно-конструктивных решений разработчик КР независимо от допущений, приведенных в настоящем подразделе, может внести в ПМИ автономных отработочных испытаний соответствующие виды испытаний и проверок.

19 Проверка соответствия требованиям комплектности

19.1 Полноту указания комплекта поставки проверяет служба качества организации-изготовителя и представитель заказчика при согласовании ТУ на КР.

19.2 Проверку соответствия фактической комплектности поставки, указанной в ТУ на КР, осуществляет служба качества (на предприятии — изготовителе КР или в испытательных подразделениях предприятия — разработчика КР) с участием представителя заказчика на этапе ПСИ, проводимых по окончании изготовления КР и завершении всего комплекса испытаний КР в соответствии с КПЭО.

20 Оценка качества маркировки

20.1 Оценку соответствия маркировки КР и его составных частей, КЭ и транспортной тары заданным требованиям проверяют на стадии разработки рабочей КД при согласовании с технологической службой предприятия — разработчика КР.

20.2 Оценку декоративных свойств и внешнего вида лакокрасочных маркировочных обозначений КР в целом, его составных частей и упаковочной тары проводят представители ОТК предприятия — изготовителя и заказчика/потребителя на стадиях изготовления, испытаний КР и его упаковывания согласно ГОСТ Р 9.407.

21 Проверка соответствия требованиям к консервации и упаковке

21.1 Полноту указания требований к консервации и упаковке проверяет представитель заказчика при согласовании рабочей КД на КР.

21.2 Проверку соответствия консервации и упаковки заданным в КД на КР требованиям осуществляют на этапе подготовки КР к поставке заказчику и/или потребителю представители службы качества предприятия-изготовителя в испытательных подразделениях предприятия — разработчика КР.

21.3 При входном контроле у заказчика/потребителя КР проверку консервации и упаковки проводят одновременно с проверкой комплектности поставки представители заказчика и потребителя.

21.4 Если поставку опытных образцов КР или его составных частей для автономных отработочных испытаний обеспечивают в пределах одной территории с заводом-изготовителем и, если в объеме испытаний не предусмотрено испытание на прочность при транспортировании (например, при проведении ЛОИ), то допускается консервацию и упаковку опытных образцов КР и его составных частей в соответствии с требованиями КД не проводить. В этом случае опытные образцы КР транспортируют в технологической таре, обеспечивающей их сохранность.

Библиография

[1]	Положение РК-11-КТ	Положение о порядке создания, производства и эксплуатации (применения) ракетных и космических комплексов
[2]	Положение НА-18	Перечень электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники
[3]	Положение ПЗ-2020	Временное положение о порядке выдачи заключений о технической готовности ракетных и космических комплексов и их составных частей к летным испытаниям, к пускам ракет космического назначения и к запускам космических аппаратов головными научно-исследовательскими организациями ракетно-космической промышленности
[4]	ЭКБ 01-22	Перечень электронной компонентной базы, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники
[5]	ЭКБ-К	Отраслевой перечень электронной компонентной базы отечественного производства, разрешенной к применению при создании ракетно-космической техники с учетом новых перспективных разработок в отечественной промышленности

УДК 621.865.8:629.78:006.354

ОКС 25.040.30
49.020

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, космические роботы, технические требования, оценка соответствия, методы оценки

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 25.09.2023. Подписано в печать 28.09.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,30.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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