

Для служебного пользования
Экз. №

ГОСТ РВ 20.57.305-98

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

**АППАРАТУРА, ПРИБОРЫ, УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ
ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ

Москва

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 319 «Надежность и стойкость ЭРИ и РЭА военного назначения»

ВНЕСЕН Министерством обороны Российской Федерации

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 9 июля 1998 г. № 279

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4 На территории Российской Федерации действует взамен ГОСТ В 20.57.305-76, ГОСТ В 20.57.305-85 ВД, ГОСТ В 20.57.307-76 и ГОСТ В 20.57.307-85 ВД

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

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Определения, обозначения и сокращения	2
4 Общие положения по проведению испытаний аппаратуры на воздействие механических факторов	3
5 Испытание на воздействие вибрации	7
5.1 Испытание по определению критических частот	7
5.2 Испытание на устойчивость при воздействии вибрации	10
5.3 Испытание на прочность при воздействии вибрации	15
5.4 Испытание на воздействие синусоидальной вибрации одной частоты	22
6 Испытание на воздействие механических ударов	22
6.1 Испытание на устойчивость при воздействии механических ударов многократного действия	22
6.2 Испытание на прочность при воздействии механических ударов многократного действия	23
6.3 Испытание на прочность и устойчивость при воздействии механических ударов одиночного действия	25
6.4 Испытание на прочность узлов крепления при воздействии механических ударов одиночного действия	26
7 Испытание на прочность при падении	26
8 Испытание на воздействие механических факторов в условиях транспортирования 27 ^v	
9 Испытание на воздействие акустического шума	31
9.1 Испытание на устойчивость при воздействии акустического шума	31
9.2 Испытание на прочность при воздействии акустического шума	33
10 Испытание на воздействие сейсмического удара	35
11 Испытание на стойкость при воздействии линейного ускорения	37
12 Испытание на стойкость при воздействии центростремительного ускорения	38
13 Испытание на устойчивость при воздействии воздушного потока	38
14 Испытание на устойчивость при воздействии качки и длительных наклонов	39
15 Испытание на комплексное воздействие вибрации и температуры (повышенной, пониженной)	40
Приложение А Требования к аппаратуре, применяемой для обеспечения режима испытаний на воздействие случайной вибрации	41
Приложение Б Методика определения границы устойчивости при воздействии случайной вибрации	41
Приложение В Методика сравнительной оценки степени жесткости испытаний аппаратуры на вибрационные, ударные нагрузки и линейное (постоянное) ускорение ...	42
Приложение Г Методика определения резонансных частот конструкции аппаратуры при воздействии случайной вибрации	44
Приложение Д Методика оценки допустимости резонансных колебаний аппаратуры групп 2.1 и 2.3 или ее отдельных элементов	45
Приложение Е Методика определения фактической стойкости (устойчивости, прочности) аппаратуры к воздействию сейсмического удара	47
Приложение Ж Методика установления норм испытаний аппаратуры класса 3 на воздействие линейного (постоянного) ускорения	48
Приложение И Библиография	50

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**Комплексная система контроля качества****АППАРАТУРА, ПРИБОРЫ, УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ
ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ****Методы испытаний на воздействие механических факторов**

Дата введения 1999—01—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает нормы испытательных режимов и методы испытаний аппаратуры, приборов, устройств и оборудования военного назначения (далее в тексте - аппаратура) на соответствие требованиям стойкости (устойчивости, прочности) к воздействию механических факторов, установленным в ГОСТ РВ 20.39.304, ГОСТ РВ 20.39.305, ГОСТ РВ 20.39.306, ГОСТ РВ 20.39.307 и ГОСТ РВ 20.39.309 и указанным в тактико-техническом задании, техническом задании, программе испытаний или технических условиях на аппаратуру конкретного типа.

Область распространения и сфера действия стандарта установлены в ГОСТ РВ 20.39.301.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ В 9.001—72 ЕСЗКС. Военная техника. Упаковка для транспортирования и хранения. Общие требования

ГОСТ РВ 20.39.301-98

ГОСТ РВ 20.39.304-98 КСОТТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Классификация по условиям применения. Требования стойкости к воздействию внешних факторов

ГОСТ РВ 20.39.305-98

ГОСТ РВ 20.39.306-98

ГОСТ РВ 20.39.307-98

ГОСТ РВ 20.39.309-98 КСОТТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Конструктивно-технические требования

ГОСТ РВ 20.57.306—98 КСКК. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методы испытаний на воздействие климатических факторов

ГОСТ РВ 20.57.416—97 КСКК. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы испытаний

ГОСТ 27.002—89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 288—72 Войлок технический тонкошерстный и детали из него для машиностроения. Технические условия

ГОСТ 12090—80 Частоты для акустических измерений. Предпочтительные ряды.

ГОСТ 16504—81 СГИП. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 24346—80 Вибрация. Термины и определения
ГОСТ 26883—86 Внешние воздействующие факторы. Термины и определения
ГОСТ 28203—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов.
Испытание Fc и руководство: вибрация (синусоидальная)
ГОСТ 28220—89 Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов.
Испытание Fd: широкополосная случайная вибрация. Общие требования

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

3.1 В настоящем стандарте применяют следующие термины:

- испытания — по ГОСТ 16504;
- определительные испытания — по ГОСТ 16504;
- контрольные испытания — по ГОСТ 16504;
- испытания на последовательное воздействие факторов — по ГОСТ РВ 20.39.301;
- испытания на комплексное воздействие факторов — по ГОСТ РВ 20.39.301;
- условия эксплуатации — по ГОСТ РВ 20.39.301;
- устойчивость — по ГОСТ РВ 20.39.301;
- прочность — по ГОСТ РВ 20.39.301;
- стойкость — по ГОСТ РВ 20.39.301;
- точка крепления — по ГОСТ 28203;
- контрольная точка — по ГОСТ 28203;
- точка управления — по ГОСТ 28203;
- виброперемещение — по ГОСТ 24346;
- виброускорение — по ГОСТ 24346;
- цикл качания — по ГОСТ 28203;
- частота перехода - частота, ниже которой поддерживается заданная амплитуда виброперемещения и выше которой поддерживается заданная амплитуда виброускорения;
- критические частоты - частоты, на которых происходят изменения функциональных характеристик аппаратуры (при этом данные характеристики могут как находиться, так и не находиться в пределах, задаваемых в ТУ) при действии механического фактора, и резонансные частоты;
- резонансные частоты - частоты, на которых возникают механические резонансы конструкции аппаратуры или другие, связанные с ними явления;
- резонанс конструкции аппаратуры - увеличение в 2 раза и более амплитуды перемещения или амплитуды ускорения отдельной части и/или конструктивных элементов аппаратуры по сравнению с амплитудой перемещения или амплитудой ускорения точек их крепления;
- амплитудно-частотная характеристика - по ГОСТ 24346;
- коэффициент динамичности — по ГОСТ 24346;
- частота собственных колебаний — по ГОСТ 24346;
- гармоника — по ГОСТ 24346;
- октавная полоса частот — по ГОСТ 24346;
- третьоктавная полоса частот — по ГОСТ 24346;
- среднегеометрическая частота — по ГОСТ 24346;
- случайная вибрация — по ГОСТ 24346;
- широкополосная случайная вибрация — по ГОСТ 24346;
- узкополосная случайная вибрация — по ГОСТ 24346;
- виброизолятор — по ГОСТ 24346;
- виброизоляция — по ГОСТ 24346;
- среднее квадратическое значение ускорения вибрации — по ГОСТ 24346;
- спектральная плотность ускорения — по ГОСТ 28220;
- спектр спектральной плотности ускорения — по ГОСТ 28220;
- форма ударного импульса - форма временной характеристики импульса ускорения

удара;

- аппаратура с централизованной (групповой) виброизоляцией - по ГОСТ РВ 20.39.304;

- система общей виброизоляции аппаратуры специальных фортификационных сооружений - система виброизоляции, предназначенная для защиты аппаратуры в пределах нескольких помещений, занимающих часть или весь внутренний объем сооружения;

- система групповой виброизоляции аппаратуры специальных фортификационных сооружений - система виброизоляции, предназначенная для защиты аппаратуры, как правило, в пределах одного помещения или части его;

- система местной виброизоляции аппаратуры специальных фортификационных сооружений - система виброизоляции, предназначенная для защиты отдельных единиц аппаратуры;

- повреждение — по ГОСТ 27.002;

- отказ — по ГОСТ 27.002;

- шум — по ГОСТ 26883;

- механический удар — по ГОСТ 26883;

- сейсмический удар — по ГОСТ 26883;

- качка - по ГОСТ 26883.

3.2 В настоящем стандарте применяют следующие обозначения:

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения.

3.3 В настоящем стандарте применяют следующие сокращения:

В и ВТ — вооружение и военная техника;

АТ — авиационная техника;

РЭА — радиоэлектронная аппаратура;

ВВФ — внешние воздействующие факторы;

ЗИП — запасные инструменты и принадлежности;

КА — конструкция аппаратуры;

ЛА — летательный аппарат;

КСКК — комплексная система контроля качества;

КСОТТ — комплексная система общих технических требований;

ЕСЗКС — единая система защиты от коррозии и старения;

НД — нормативная документация;

ПИ — программа испытаний;

ППУ — паропроизводящие установки;

СГИП — система государственных испытаний продукции;

СПУ — спектральная плотность ускорения случайной вибрации;

СФС — специальные фортификационные сооружения;

ТЗ — техническое задание;

ТУ — технические условия на аппаратуру конкретного типа;

ТТЗ — тактико-техническое задание;

ШСВ — широкополосная случайная вибрация.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ АППАРАТУРЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

4.1 При проведении испытаний технические средства следует выбирать из необходимости обеспечения допустимых отклонений параметров испытательного режима в течение всего времени испытаний, которые в контрольной точке не должны превышать:

- по амплитуде перемещения — $\pm 10 \%$;

- по частоте вибрации — $\pm 0,5$ Гц на частотах ниже 25 Гц и $\pm 2 \%$ на частотах 25 Гц и выше;

- по амплитуде виброускорения — $\pm 20 \%$;

- по числу циклов — $\pm 5\%$;
- по уровню СПУ и по суммарному среднему квадратическому значению ускорения случайной вибрации — согласно таблице 1;
- по пиковому ударному ускорению — согласно рисункам 1—3;
- по уровню звукового давления шума — ± 5 дБ;
- по линейному ускорению — $\pm 10\%$;
- по высоте падения — не более $\pm 10\%$;
- по углу наклона — $\pm 1^\circ$;
- по времени — $\pm 10\%$.

Примечания

1. Аппаратура, используемая для измерения параметров случайной вибрации, должна соответствовать требованиям, приведенным в приложении А.

2. Для оценки суммарной погрешности средств измерений, с помощью которых контролируют параметры режима испытаний, рекомендуется использовать методику [1].

Таблица 1 — Допустимые отклонения параметров случайной вибрации

Характеристика испытываемого изделия с оснасткой		Допустимые отклонения параметров вибрации в основном направлении относительно номинальных, дБ				Допустимое значение спектральной плотности ускорения в поперечном направлении относительно заданного в контрольной точке в основном направлении, дБ*
		в контрольной точке		в точках крепления относительно контрольной точки		
масса, кг	габариты, мм	спектральная плотность ускорения	суммарное квадратическое значение ускорения	спектральная плотность ускорения	суммарное среднее квадратическое значение ускорения	
До 10	До 200x200x200	До 1000 Гц $\pm 1,5^{**}$, св. 1000 Гц $\pm 2,0^{**}$	$\pm 1,0$	$\pm 3,0^{**}$	$\pm 1,5$	+2,0
До 10	От 200x200x200 до 500x500x500	$\pm 3,0^{**}$	$\pm 1,5$	$\pm 3,0^{**}$	$\pm 1,5$	+2,0
Св. 10	От 200x200x200 до 500x500x500	До 600 Гц $\pm 3,0^{**}$, св. 600 Гц $\pm 6,0^{**}$	$\pm 4,0$	$\pm 6,0$	$\pm 4,0$	+5,0
Св. 30	Св. 500x500x500	$\pm 6,0$	$\pm 4,0$	***	***	***

* Контролируется в процессе аттестации механической системы испытываемое изделие + крепежное приспособление в точках крепления изделия.

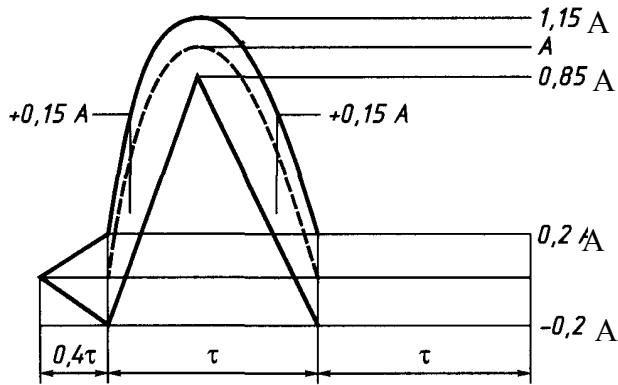
** В области резонансных частот механической системы испытываемое изделие + крепежное приспособление допускается увеличивать допуск еще на ± 3 дБ.

*** В процессе аттестации фактические значения отклонений параметров должны быть зарегистрированы и внесены в протокол

4.2 Виброизолированная аппаратура испытывается на виброизоляторах. Необходи-

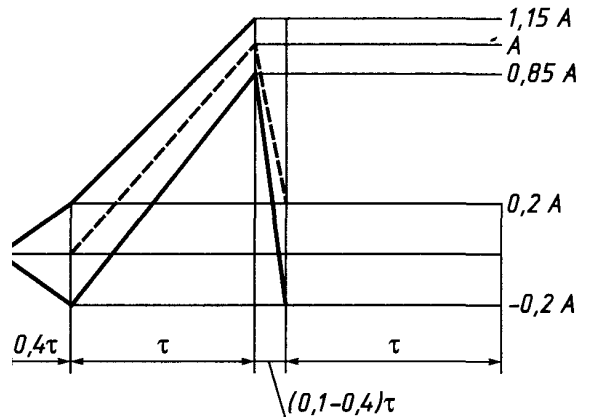
мость испытания без виброизоляторов и нормы испытаний при этом устанавливают в ПИ, ТУ или в настоящем стандарте.

4.3 Аппаратура и ее блоки, закрепляемые в процессе эксплуатации, при испытаниях крепятся к платформе стенда непосредственно или при помощи приспособлений в местах ее крепления. Если в ТУ предусмотрены различные способы крепления при эксплуатации, то аппаратуру испытывают при одном, наиболее опасном способе крепления, при котором повреждение или отказ наиболее вероятны по сравнению с другими способами крепления.



Примечание – Импульс контролируется в течение времени, равного $2,4\tau$

Рисунок 1 – Полусинусоидальный импульс ударного воздействия



Примечание – Импульс контролируется в течение времени, равного $2,4\tau$

Рисунок 2 – Треугольный (пилообразный) импульс ударного воздействия

4.4 Амплитуда и ее блоки, не закрепляемые в процессе эксплуатации, при испытаниях крепятся к платформе стенда при помощи приспособлений, обеспечивающих надежное и жесткое крепление.

Испытанный способ крепления аппаратуры рекомендуется для нее в качестве штатного.

4.5 Для аппаратуры, устанавливаемой на индивидуальные виброизоляторы, допускается при проведении испытаний применять технологические виброизоляторы, эквивалентные штатной виброизолирующей системе по значению частот собственных колебаний и степени демпфирования.

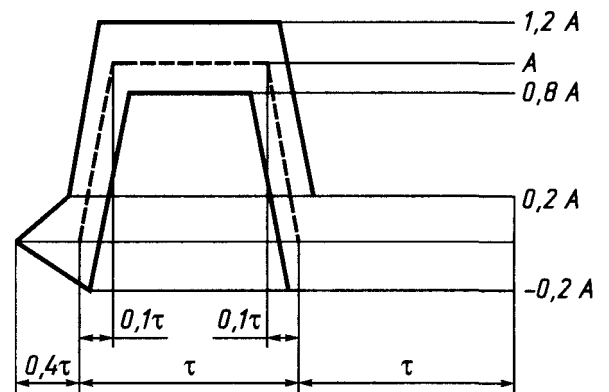
4.6 Аппаратуру с централизованной (групповой) виброизоляцией испытывают без общих виброизолирующих устройств, закрепляют жестко на испытательном стенде аналогично креплению ее к общему виброизолирующему устройству.

случаях — и в процессе испытания) производится измерений ее параметров.

Перечень контролируемых параметров, их значения до, в процессе и после воздействия механических факторов, методику их контроля указывают в ПИ и ТУ.

Значения параметров, определенные после предыдущего испытания, могут быть приняты за исходные для последующего испытания.

4.8 Контроль параметров испытательного режима осуществляют в контрольной точке, которую выбирают на платформе стенда или на промежуточном крепежном приспособлении, если оно имеется, возможно ближе (для аппаратуры СФС - в непосредственной



Примечание – импульс контролируется в течение времени, равного $2,4\tau$

Рисунок 3 – Трапецеидальный импульс ударного воздействия

любого вида испытания (а в последующем) визуальный контроль аппаратуры и

близости) к одной из точек крепления аппаратуры (виброизолятора).

Допускается по согласованию с заказчиком (далее в тексте - допускается) выбирать контрольную точку непосредственно на конструкции аппаратуры при условии, что будет обеспечен объективный контроль параметров испытательного режима. Положение контрольной точки указывают в ПИ и ТУ.

При испытаниях на воздействие линейного ускорения контрольную точку выбирают в геометрическом центре аппаратуры, если в ПИ и ТУ не указаны другие условия.

При испытаниях на воздействие акустического шума контрольную точку выбирают в месте, обусловленном конструкцией испытательной камеры.

4.9 Разрешается контролировать испытательный режим по среднеарифметическому значению параметров механического фактора, измеренных в нескольких точках крепления аппаратуры, либо по огибающей значений этих параметров. Число точек и место их расположения указывают в ПИ и ТУ. Точность поддержания контролируемого параметра должна соответствовать требованиям, указанным в 4.1.

4.10 Время испытания аппаратуры при заданном режиме отсчитывают с момента достижения заданных норм параметров механического фактора. Во время испытаний разрешаются перерывы, но при этом должна сохраняться общая продолжительность заданного режима испытаний.

4.11 Аппаратуру испытывают при воздействии механических факторов одновременно или последовательно по трем взаимно перпендикулярным направлениям, если в ПИ и ТУ не оговорено последовательное испытание в трех взаимно перпендикулярных положениях, по нормам, указанным в настоящем стандарте.

Аппаратуру, имеющую одно эксплуатационное положение, испытывают в этом положении с общей продолжительностью времени воздействия механических факторов. Допускается испытывать аппаратуру в двух других взаимно перпендикулярных положениях по отношению к эксплуатационному положению. Необходимость и нормы испытаний в этих положениях указывают в ПИ и ТУ.

Аппаратуру, которая имеет несколько эксплуатационных положений или которую допускается эксплуатировать в любом положении, испытывают в трех взаимно перпендикулярных положениях. При этом изменение положения рассматривают как изменение направления воздействия механических факторов.

Допускается в технически обоснованных случаях испытывать аппаратуру при воздействии механических факторов в одном, наиболее опасном для нее направлении без сокращения общей продолжительности времени воздействия механических факторов.

4.12 Необходимость испытания аппаратуры при воздействии механических факторов поочередно в двух противоположных направлениях по одной и той же оси при испытании на удар и линейное ускорение должна быть оговорена в ПИ и ТУ.

4.13 Испытание на воздействие вибрации и удара проводится одним из способов:

а) на однокомпонентных вертикальных или горизонтальных испытательных стендах так, чтобы воздействие вибрации или удара происходило поочередно в трех взаимно перпендикулярных направлениях относительно испытываемой аппаратуры, в соответствии с требованиями, указанными в 4.11;

б) на двухкомпонентных стендах таким образом, чтобы воздействие вибрации или удара было осуществлено по всем трем координатным осям аппаратуры;

в) на трехкомпонентных стендах в эксплуатационном положении аппаратуры.

4.14 При отсутствии резонансов конструктивных элементов в полосе частот до 25 Гц (или 40 Гц) разрешается испытания на удары проводить с длительностью импульса не более 30 мс (или 20 мс), а испытание на воздействие вибрации — начиная с 10 Гц (или 20 Гц); ударные ускорения с длительностью импульса не менее 100 мс (или 60 мс) и виброускорения с частотами не более 12 Гц (или 20 Гц) считать эквивалентными линейным постоянным ускорениям той же величины.

4.15 Измерение параметров аппаратуры одноразового применения, разрушающейся

при измерении ее параметров, допускается проводить после воздействия механических факторов. Время контроля параметров указывают в ПИ и ТУ.

4.16 Длительность воздействия механических факторов при проведении испытаний аппаратуры на устойчивость должна быть достаточной для измерения параметров, указанных в ПИ и ТУ.

4.17 Допускается совмещать испытания на устойчивость с испытаниями на прочность, если нормы испытания на прочность не ниже норм испытания на устойчивость. При этом общее время воздействия механических факторов не должно быть меньше времени, указанного для испытаний на прочность.

4.18 Рекомендуются совмещать испытания на воздействие механических факторов с другими видами испытаний, например с испытаниями на воздействие климатических факторов, применяя при этом соответствующее испытательное оборудование.

Примечание - При проведении испытания аппаратуры на комплексное воздействие вибрации и температуры (повышенной или пониженной) испытательное оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ РВ 20.57.416.

4.19 При проверке устойчивости к воздействию механических факторов необходимо убедиться в отсутствии внешних электромагнитных полей, влияющих на выходные параметры аппаратуры, в том числе полей испытательного оборудования. При наличии этих полей их необходимо устранить или учесть при испытаниях.

4.20 На стадии испытаний опытных образцов аппаратуры рекомендуется, в технически обоснованных случаях, определять границу ее устойчивости к воздействию механических факторов и в НД на аппаратуру конкретного типа указывать соответствующие значения данных факторов.

Методика определения границы устойчивости при воздействии случайной вибрации приведена в приложении Б.

4.21 Испытания аппаратуры на устойчивость и прочность при воздействии вибрации проводят по нормам, установленным в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.304, ГОСТ РВ 20.39.306. Нормы испытаний аппаратуры конкретного типа указывают в ПИ и ТУ.

4.22 Допускается не проводить испытания аппаратуры на воздействие ударов и/или линейных (постоянных) ускорений, если испытание на воздействие вибрации превосходит их по степени жесткости.

Методика сравнительной оценки степени жесткости испытаний аппаратуры на вибрационные, ударные и линейные (постоянные) ускорения приведена в приложении В.

4.23 Методы и нормы испытаний на воздействие механических факторов, не установленные в настоящем стандарте, допускается устанавливать в другой НД, согласованной с заказчиком и утвержденной в установленном порядке.

4.24 Для аппаратуры, конструкция которой имеет резонансы в диапазоне частот 1-5 Гц или возможность их возникновения в данном диапазоне частот показана расчетами, необходимо ее соответствие заданным требованиям по стойкости к воздействию вибрации в диапазоне частот 1—5 Гц подтвердить испытанием либо расчетным методом, согласованным с заказчиком.

4.25 Аппаратуру считают выдержавшей испытание на устойчивость при воздействии механических факторов, если отсутствуют механические повреждения и параметры аппаратуры, контролируемые во время воздействия механических факторов, находятся в пределах установленных допусков.

Перечень измеряемых параметров и допуски на них указывают в ПИ и ТУ.

4.26 Аппаратуру считают выдержавшей испытание на прочность при воздействии механических факторов, если отсутствуют механические повреждения и параметры аппаратуры, измеряемые после воздействия механических факторов, находятся в пределах установленных допусков.

Перечень измеряемых параметров и допуски на них указывают в ПИ и ТУ.

4.27 Аппаратуру считают выдержавшей испытание на стойкость при воздействии механических факторов, если отсутствуют механические повреждения и параметры аппаратуры, измеряемые в процессе и после воздействия механических факторов, находятся в пределах установленных допусков.

Перечень измеряемых параметров и допуски на них указывают в ПИ и ТУ.

4.28 Измерение параметров аппаратуры, указанных в ПИ и ТУ, рекомендуется проводить при крайних значениях напряжения питания аппаратуры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ.

5 ИСПЫТАНИЕ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ

5.1 Испытание по определению критических частот

5.1.1 Испытание по определению критических частот является определительным. В ходе данного испытания устанавливаются значения критических частот опытного образца аппаратуры во всем нормируемом диапазоне частот, установленном по ГОСТ РВ 20.39.304, и коэффициентов динамичности конструкции аппаратуры на резонансах (амплитудно-частотные характеристики). Кроме того, при проведении данных испытаний оценивается выполнение конструктивно-технического требования по ГОСТ РВ 20.39.309 в части отсутствия резонансов конструкции аппаратуры в заданном диапазоне частот: до 35—60 Гц для аппаратуры групп 2.1 и 2.3 по ГОСТ РВ 20.39.304 и до 25—40 Гц - для аппаратуры других групп.

5.1.2 Аппаратуру групп 1.1 - 1.10, 2.2, 2.4 - 2.6, 3.1 - 3.5, 4.1 - 4.9, 5.1 - 5.4, 6.1 - 6.7 по ГОСТ РВ 20.39.304 без виброизоляторов или с выключенными виброизоляторами крепят к платформе стенда. В этом случае выключению подлежат только те виброизоляторы, которые работают в направлении приложения возбуждающей силы в диапазоне частот вибрации. Состояние виброизоляторов указывают в ПИ и ТУ.

Крепление в местах установки виброизоляторов, не воспринимающих весовую нагрузку, должно обеспечивать свободное перемещение аппаратуры.

Допускается крепить аппаратуру со снятыми крышками (кожухами) с целью визуального контроля колебаний элементов конструкции аппаратуры.

5.1.3 При проведении указанного испытания невиброизолированная аппаратура групп 2.1 и 2.3 по ГОСТ РВ 20.39.304 (в том числе имеющая блоки со встроенными виброизоляторами или блоки, аналогичные им по своим резонансным свойствам) крепится к платформе вибростенда жестко.

Виброизолированная аппаратура групп 2.1 и 2.3 по ГОСТ РВ 20.39.304 испытывается, как правило, на виброизоляторах. По согласованию с заказчиком для аппаратуры с однокаскадной виброизоляцией допускается проводить испытания без виброизоляторов. Возможность испытания без виброизоляторов устанавливают в ПИ и ТУ.

В случае применения двухкаскадной виброизоляции аппаратуру испытывают на виброизоляторах. Отключение последних (любого каскада) не допускается, за исключением аппаратуры, устанавливаемой на втором каскаде виброизоляции в виброизолированных блоках или платформах, не допускающих проведения совместных испытаний вследствие большой массы и габаритов. Испытания такой аппаратуры проводят так же, как испытания аппаратуры с однокаскадной виброизоляцией. В случае, если между аппаратурой и платформой вибростенда используют переходные крепления, последние должны быть жесткими и не должны приводить к увеличению более чем на 30 % амплитуды перемещения (ускорения) вибрации аппаратуры.

В случае применения аппаратуры с однокаскадной схемой виброизоляции для принятия решения об ее испытаниях без виброизоляторов необходимо определить собственные частоты и амплитуды колебаний конструктивных элементов аппаратуры с включенными и выключенными виброизоляторами. Близкие значения собственных частот колебаний (если таковые имеются) и амплитуд колебаний аппаратуры, полученные в обоих случаях (отклонения не должны превышать 30 %), являются основанием для проведения

дальнейших испытаний без виброизоляторов.

5.1.4 В технически обоснованных случаях испытание по определению критических частот виброизолированной аппаратуры допускается проводить по специальной методике, согласованной с заказчиком.

5.1.5 Определение значений критических частот и динамических характеристик конструкции аппаратуры проводят во всем нормируемом диапазоне частот, установленном в ГОСТ РВ 20.39.304, по трем координатным осям, указанным в ПИ. В технически обоснованных случаях их определение допускается проводить по одной или по двум координатным осям.

Испытание проводят при воздействии синусоидальной вибрации с изменяющейся частотой или при воздействии случайной вибрации с уровнями амплитуды или спектральной плотности ускорения, указанными в ПИ. Методика определения резонансных частот аппаратуры класса 3 при воздействии случайной вибрации приведена в приложении Г.

5.1.6 При определении резонансов рекомендуется определять коэффициенты динамичности систем виброизоляции и отдельных резонирующих звеньев. Замеряемые резонансные характеристики должны быть внесены в ПИ и ТУ.

5.1.7 Проверку отсутствия резонансов конструкции аппаратуры в заданном диапазоне частот проводят при плавном изменении частоты синусоидальной вибрации, при этом рекомендуется значения поддиапазонов частот, амплитуд виброперемещения и виброускорения выбирать для диапазона частот 5—40 Гц из таблицы 2.

5.1.8 Проверку отсутствия резонансов конструкции аппаратуры в заданном диапазоне частот аппаратуры групп 2.1 и 2.3 по ГОСТ РВ 20.39.304 проводят при плавном изменении частоты синусоидальной вибрации с максимальной амплитудой виброускорения, устанавливаемой в соответствии с группой жесткости, зависящей от способов крепления аппаратуры на объекте и стенде.

При испытаниях аппаратуры групп 2.1 и 2.3 по ГОСТ РВ 20.39.304 параметры вибрации выбирают в соответствии с таблицей 3, а группу жесткости - в соответствии с таблицей 4.

5.1.9 Аппаратуру испытывают во включенном или выключенном состоянии, которое указывают в ПИ и ТУ.

Время прохождения нормируемого диапазона частот должно быть достаточным для определения критических частот, но не менее 2 мин для заданного диапазона частот до 25—40 Гц (для аппаратуры групп 2.1 и 2.3 – не менее 5 мин. для диапазона частот до 35-60 Гц).

Таблица 2 - Рекомендуемые нормы испытаний по проверке отсутствия резонансов конструкции

Поддиапазон частот, Гц	Группы аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304: 1.1-1.10; 2.2; 2.4-2.6; 3.1-3.5; 4.1-4.9; 5.1-5.4; 6.1-6.7		Поддиапазон частот, Гц	Группы аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304; 1.1-1.10; 2.2; 2.4-2.6; 3.1-3.5; 4.1-4.9; 5.1-5.4; 6.1-6.7	
	амплитуда виброперемещения, мм	амплитуда виброускорения, м/с ² (g)		амплитуда виброперемещения, мм	амплитуда виброускорения, м/с ² (g)
5-10	0,8	2,9 (0,3)	25-30	0,5	19,6 (2,0)
10-20	0,8	7,8 (0,8)	30-35	0,5	19,6 (2,0)
20-25	0,5	11,7(1,2)	35-40	0,3	19,6 (2,0)

Примечания

1 Режим испытания аппаратуры выбирают в соответствии с диапазоном частот, установленным в ТЗ.

2 Если расчетами показана возможность возникновения резонанса с частотой ниже 5 Гц, то испытания проводят в диапазоне частот от 1 до 5 Гц

Т а б л и ц а 3 — Параметры вибрации при испытаниях аппаратуры групп 2.1 и 2.3

Диапазон частот, Гц	Группа жесткости	Максимальная амплитуда виброускорения, g
1-60	А	2,0
1-60	Б	1,5
1-35	В	1,0
1-35	Г	0,5

Таблица 4— Группы жесткости при испытаниях аппаратуры групп 2.1 и 2.3

Место установки аппаратуры	Крепление на объекте	Крепление на вибростенде	Группа жесткости
Надводные корабли	Жесткое	Жесткое	Б
	На виброизоляторах	Жесткое	А
		На виброизоляторах	Б
	Неизвестно	Жесткое	А
Подводные лодки, кроме отсеков ППУ	Жесткое	Жесткое	В
	На виброизоляторах	Жесткое	Б
		На виброизоляторах	В
	Неизвестно	Жесткое	Б
Отсеки ППУ подводных лодок	Жесткое	Жесткое	Г
	На виброизоляторах	Жесткое	Б
		На виброизоляторах	В
	Неизвестно	Жесткое	Б

Контроля испытательного режима в заданном диапазоне частот может проводиться по амплитуде виброперемещения или виброускорения, в остальном диапазоне - по амплитуде виброускорения.

5.1.10 Для выявления резонансных частот элементов конструкции допускается применять метод ударного возбуждения, изложенный в ГОСТ РВ 20.57.416.

5.1.11 Если реальная критическая частота не определяется точно, например, в случае испытания нескольких образцов аппаратуры, у которых существует статистический разброс данной характеристики, целесообразно в ПИ и ТУ задавать ограниченный диапазон в области критической частоты и при проведении контрольных испытаний проводить качание частоты в этом диапазоне.

5.1.12 Если при проведении данного испытания установлены критические частоты, на которых происходит изменение функциональных характеристик аппаратуры, то значения этих частот должны быть внесены в ПИ и ТУ и при проведении испытаний на виброустойчивость (5.2.9) аппаратуру дополнительно испытывают на них в течение времени, указанного в настоящем стандарте или ПИ и ТУ.

5.1.13 Если при проведении данного испытания установлены резонансные частоты, то значения этих частот должны быть внесены в ПИ и ТУ и учитываться при проведении ее контрольных испытаний на вибропрочность (5.3).

5.1.14 В технически обоснованных случаях в ПИ и ТУ может быть включено дополнительное испытание по определению критических частот после проведения ее испытаний на виброустойчивость и вибропрочность с целью сравнения значений критических частот до и после этих испытаний. При изменении значений критических частот в ПИ и ТУ на аппаратуру должны быть указаны предпринимаемые для данного случая меры.

5.2 Испытание на устойчивость при воздействии вибрации

5.2.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, во время воздействия вибрации.

5.2.2 Аппаратуру с комплектом соединительных кабелей закрепляют на платформе стенда, как указано в 4.2, 4.3.

5.2.3 Аппаратуру во включенном состоянии подвергают действию широкополосной случайной вибрации в диапазоне частот и с уровнями СПУ, установленными в ТЗ на аппаратуру конкретного типа в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.304.

Мгновенные значения виброускорения контрольного сигнала случайного вибрационного процесса могут быть ограничены величиной, в три раза превышающей среднее квадратическое значение виброускорения.

5.2.4 Если требования, предъявляемые к испытаниям аппаратуры на воздействие случайной вибрации, превышают возможности испытательного стенда, то испытания допускается проводить раздельно в двух поддиапазонах частот: от 10 до 500 Гц и от 500 до 2000 Гц при длительности воздействия вибрации в каждом поддиапазоне частот, равной общему времени испытаний.

5.2.5 Для блоков аппаратуры, масса которых превышает 25 кг, допускается понижать уровни вибрации на частотах свыше 60 Гц по следующей зависимости: уровни СПУ (а также виброускорения гармонических составляющих для аппаратуры класса 3) могут быть снижены на 1 дБ на каждые последующие 4,5 кг свыше 25 кг, но не более чем на 6 дБ.

Примечание - Понижение уровня на 6дБ соответствует уменьшению значений СПУ в 4 раза от первоначального (для синусоидальной вибрации - в 2 раза от первоначального).

5.2.6 Продолжительность испытаний по каждой координатной оси испытываемой аппаратуры, за исключением аппаратуры класса 3, должна быть достаточной для проверки параметров, указанных в ПИ и ТУ, но не менее 15 мин.

5.2.7 Аппаратура самолётов и вертолетов подвергается одному из следующих видов воздействий:

- случайной вибрации;
- случайной вибрации с наложением полигармонической вибрации;
- последовательному воздействию случайной и полигармонической вибрации;
- последовательному воздействию случайной и гармонической вибрации на фиксированных частотах.

Вид и уровни воздействия указывают в ПИ и ТУ. Продолжительность испытаний устанавливают достаточной для контроля параметров, указанных в ПИ и ТУ, но не менее 1 ч на координатную ось.

В случае последовательного воспроизведения случайной и полигармонической составляющих время испытаний для каждого вида воздействия должно быть не менее 1 ч на координатную ось.

5.2.8 Аппаратуру групп 1.5, 1.6, 4.1—4.9, 6.6, 6.7 в случае, если нормы испытаний аппаратуры не установлены в соответствии с 5.2.3, допускается испытывать по нормам, приведенным в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 - Нормы испытаний на устойчивость при воздействии широкополосной случайной вибрации

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ Р В 20 39 304	Среднеквадратическое значение виброускорения в диапазоне частот от 20 до 2000 Гц, м/с ² (g)	Поддиапазоны частот, Гц	Значение спектральной плотности в поддиапазоне, м ² /Гц • с ⁴ (g ² / Гц)
1	2	3	4
1.5.1, 1.5.2, 1.5.3, 1.6.1, 1.6.2, 1.6.3	14 (1,45) (при скорости движения до 35 км/ч)	10-50 50-80 80-500	0,48 (0,005) 1,92 (0,02) 0,29 (0,003)
	17 (1,75) (при скоростях движения до максимальной)	10-50 50-130 130-500	0,96 (0,01) 1,92 (0,02) 0,29 (0,003)
1.5.4, 1.5.5, 1.6.4, 1.6.5	34 (3,5)	10-50 50-130 130-500	3,84 (0,04) 7,7 (0,08) 1,15 (0,012)
4.11, 4.2.1, 4.3.1, 4.8, 4.91	49(5)	20-180 180-355 355-710 710-1400 1400-2000	0,48 (0,005) 0,48 (0,005) 1,25 (0,013) 1,73 (0,018) 1,06(0,011)
4.1.2, 4.2.2, 4.3.2	128 (13)	20-180 180-355 355-710 710-1400 1400-2000	3,3 (0,034) 3,3 (0,034) 8,25 (0,086) 11,3(0,118) 7,3 (0,076)
4.1.3, 4.2.3, 4.3.3, 4.6, 4.7	226 (23)	20-180 180-355 355-710 710-1400 1400-2000	10,2(0,106) 10,2 (0,106) 26,0 (0,270) 36,0 (0,370) 22,8 (0,238)
4.4.1, 4.9.2	128 (13)	20-180 180-355 355-710 710-1400 1400-2000	5,1 (0,053) 5,0 (0,052) 5,95 (0,062) 6,52 (0,068) 13,3 (0,138)

Окончание таблицы 5

1	2	3	4
4.4.2	255 (26)	20-180	20,4 (0,212)
		180-355	20,0 (0,208)
		355-710	23,8 (0,248)
		710-1400	26,0 (0,272)
		1400-2000	53,0 (0,552)
4.4.3	490 (50)	20-180	75,1 (0,782)
		180-355	74,0 (0,770)
		355-710	87,8 (0,916)
		710-1400	99,0 (1,030)
		1400-2000	194,0 (2,020)
4.5	ПоТЗ	ПоТЗ	ПоТЗ
6,6	49(5)	20-500	0,77 (0,008)
6,7		500-1500	1,15 (0,012)
		1500-2000	1,63 (0,017)

Примечание - Допускается приведенные поддиапазоны частот разбивать на $1/1$ и $1/3$ - октавные полосы в соответствии с ГОСТ 12090 или по равномерному принципу. При этом значение спектральной плотности в каждой $1/1$ или $1/3$ - октавной полосе должно устанавливаться пересчетом на основании приведенных в таблице значений спектральной плотности

5.2.8.1 Аппаратуру групп исполнений 4.1.1 - 4.1.3; 4.2.1 - 4.2.3; 4.3.1 - 4.3.3; 4.4.1 - 4.4.3, работающую только на участке полета с выключенными двигателями, испытывают по нормам, приведенным в таблице 5, но с величинами среднеквадратического значения виброускорения, уменьшенными в два раза.

5.2.8.2 Аппаратуру групп исполнений 4.1.1 - 4.1.3, если это оговорено в ПИ и ТУ, подвергают испытаниям только на воздействие случайной вибрации, имитирующей стрельбу из высокотемпных авиационных пушек по нормам, приведенным в таблице 6. Допускается испытание аппаратуры групп исполнений 4.1.1 - 4.1.3 на воздействие широкополосной случайной вибрации, имитирующей стрельбу из высокотемпных авиационных пушек, проводить в составе объекта.

5.2.8.3 Значения спектральной плотности в каждом поддиапазоне частот, указанные в таблицах 5 и 6, принимаются постоянными.

5.2.9 При отсутствии стендов, позволяющих проводить испытания на воздействие ШСВ, допускается испытание аппаратуры на устойчивость проводить при воздействии синусоидальной w рации.

5.2.9.1 Аппаратуру испытывают во включенном состоянии, плавно изменяя частоту в заданном диапазоне или поддиапазоне в направлении от нижней частоты до верхней и обратно, со скоростью не более одной октавы в минуту. При этом поддерживают заданную амплитуду виброускорения или виброперемещения производят контроль параметров, указанных в ПИ и ТУ для данного вида испытаний.

5.2.9.2 Нормы испытаний аппаратуры на устойчивость и прочность к воздействию сканирующей синусоидальной вибрации допускается устанавливать расчетом на основе норм испытаний на устойчивость и прочность к воздействию ШСВ при наличии методик определения эквивалентное повреждений аппаратуры от данных воздействий в отраслевых стандартах или по методике ГОСТ РВ 20.57.416.

Таблица 6 - Нормы испытаний на устойчивость при воздействии случайной вибрации, имитирующей стрельбу из высокотемпных авиационных пушек

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Среднеквадратическое значение виброускорения* в диапазоне частот от 20 до 2000 Гц, м/с ² (g), при расстоянии от оси пушки до оси ракеты		Поддиапазоны частот, Гц	Значение спектральной плотности в поддиапазоне, м ² /Гц • с ⁴ (g ² /Гц) при расстоянии от оси пушки до оси ракеты	
	от 0,5 до 1 м	от 1 до 2 м		от 0,5 до 1 м	от 1 до 2 м
4.1.1, 4.1.3	390 (40)	340 (35)	20-180	19,2 (0,2) 7	14,7 (0,153)
			180-355	0,0 (0,73)	54,0 (0,56)
			355-710	65,0 (0,675)	49,6 (0,517)
			710-1400	145,0 (1,51)	111,0(1,16)
			1400-2000	24,7 (0,257)	18,9 (0,197)
4.1.2	390 (40)	294 (30)	20-180	14,7 (0,153)	11,0(0,115)
			180-355	54,0 (0,56)	39,4(0,411)
			355-710	49,6 (0,517)	36,5 (0,380)
			710-1400	111,0(1,16)	81,6 (0,815)
			1400-2000	18,9 (0,197)	13,9 (0,145)

* По продольной оси виброускорение составляет 50% от заданного в таблице

5.2.9.3 Норму испытаний аппаратуры классов 3—5 устанавливают путем пересчета уровня СПУ широкополосной случайной вибрации, определенного по 5.2.3, в амплитуду виброускорения синусоидальной вибрации по формуле

$$A_{\text{вх}}(f) = 3,6\sqrt{W(f)f_0/Q}, \quad (1)$$

где $A_{\text{вх}}$ - значение амплитуды виброускорения сканирующей синусоидальной вибрации, эквивалентной заданной случайной вибрации, g;

$W\{f\}$ - заданное в НД постоянное значение СПУ случайной вибрации в поддиапазоне частот, g²/Гц;

f_0 - наименьшее значение резонансной частоты конструкции аппаратуры в поддиапазоне частот, Гц;

Q - значение добротности конструкции аппаратуры на резонансной частоте.

При этом для аппаратуры класса 3 нормы испытаний на гармонические составляющие остаются без изменений.

5.2.9.4 При отсутствии расчетных данных норму испытаний аппаратуры на устойчивость при воздействии синусоидальной вибрации для различных групп и групп исполнения выбирают из таблиц 7 и 8.

Таблица 7 - Нормы испытаний на устойчивость при воздействии синусоидальной вибрации

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20 39 304	Диапазон частот, Гц	Частота перехода, Гц	Амплитуда виброперемещения, мм	Амплитуда виброускорения, м/с ² (g)	Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20 39 304	Диапазон частот, Гц	Частота перехода, Гц	Амплитуда виброперемещения, мм	Амплитуда виброускорения, м/с ² (g)
1.4, 1.7, 1.8	5-500	25	2,0	49(5)	1.10	5-80	22	2,0	39(4)
1.3	5-500	25	2,0	49(5)	2.5.1, 2.6.1	5-60	10	2,5	19,6 (2)
	5-200	32	0,5	19,6 (2)			18	1,0	
1.5, 1.6	5-500	39	0,5	29,4 (3)			32	0,5	
	5-500	39	1,0	59(6)					
	5-500	32	2,5	98 (10)					
2.2.1, 2.2.2, 2.2.4	5 - 200	15	2,5	19,6(2)	5.1 – 5.4	10 - 30	-	-	11,7(1,2)
		22	1,0			30 - 80	-	-	29,4(3)
		32	0,5			80-300	-	-	49(5)
2.1.4, 2.2.3, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.4, 2.5.2, 2.6.2	5-500	22	2,5	49(5)		300-1200	-	-	78(8)
		36	1,0			1200-2000	-	-	98(10)
		50	0,5						
2.4.3	5-2000	55	2,5	294 (30)	6.1-6.4	10-2000	32	2,5	98 (10)
		87	1,0		6.5-6.7	10-2000	39	2,5	147 (15)
		122	0,5						

Примечание

-Для аппаратуры групп исполнений 2.5.1, 2.5.2, 2.6.1, 2.6.2 проводят дополнительные испытания по ТЗ в соответствии с условиями использования изделия-носителя

Таблица 8 - Нормы испытаний аппаратуры групп исполнений 2.1.1 - 2.1.3; 2.1.5; 2.3.1 - 2.3.3; 2.3.5 по ГОСТ РВ 20.39.304 на устойчивость при воздействии синусоидальной вибрации

Поддиапазон частот, Гц	Амплитуда перемещения платформы вибростенда, мм, при испытании по группе жесткости				Амплитуда ускорения платформы вибростенда, g, при испытании по группе жесткости			
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
До 10 включ.	5,00	3,75	2,50	1,25	До 2,0	До 2,0	До 2,0	До 2,0
Св. 10 до 20 включ.	1,25	0,95	0,63	0,32				
Св. 20 до 25 включ.	0,80	0,60	0,40	0,20				
Св. 25 до 30 включ.	0,56	0,42	0,28	0,14				
Св. 30 до 35 включ.	0,40	0,30	0,20	0,10				
Св. 35 до 40 включ.	0,31	0,24						
Св. 40 до 50 включ.	0,20	0,15	-	-				
Св. 50 до 60 включ.	0,14	0,11						

5.2.9.5 Длительность воздействия синусоидальной вибрации в каждом поддиапазоне частот и по каждой координатной оси должна быть достаточной для контроля параметров, указанных в ПИ и ТУ для данного вида испытаний, в пределах нормируемого диапазона (для аппаратуры класса 3 - не менее 1 ч на координатную ось).

5.2.9.6 В ПИ и ТУ допускается указывать возможность ухода параметров за определенные в ПИ и ТУ пределы на резонансной частоте виброизоляторов.

5.2.9.7 При наличии резонансных колебаний аппаратуры на виброизоляторах амплитуду виброускорения или виброперемещения на платформе стенда в диапазоне от 0,7 до 1,4 резонансной частоты допускается уменьшать в два раза.

При наличии в аппаратуре элементов на упругой подвеске допускается уменьшать уровень ускорения или исключать проверки аппаратуры на их резонансных частотах, если в ПИ и ТУ определены собственные частоты элементов.

5.2.9.8 При обнаружении на отдельных частотах нестабильности какого-либо параметра аппаратуры в пределах его допуска, указанного в ПИ и ТУ, в каждой области частот нестабильности проводят дополнительную выдержку в течение 15 мин, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

5.2.10 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если отсутствуют механические повреждения и ложные срабатывания, а проверяемые значения параметров при воздействии вибрации соответствуют требованиям, установленным в ПИ и ТУ.

5.3 Испытание на прочность при воздействии вибрации

5.3.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять разрушающему действию вибрации, выполнять заданные функции и сохранять значения параметров в пределах установленных норм после воздействия вибрации.

Аппаратуру испытывают во включенном состоянии, если другие требования не установлены в ПИ и ТУ. Аппаратуру групп 1.3 - 1.10 по ГОСТ РВ 20.39.304, не работающую на ходу, испытывают в выключенном состоянии.

5.3.2 Аппаратуру подвергают воздействию случайной вибрации, параметры которой устанавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.304.

5.3.3 Суммарную продолжительность испытаний аппаратуры в часах по трем координатным осям определяют по формуле

$$f_{\text{исп}} = N_6 / (3600 f_{\text{рн}}) \quad (2)$$

где $N_6 = 2 \cdot 10^6$ - базовое число циклов колебаний (в технически обоснованных слу-

чаях допускается N выбирать из ряда: $2 \cdot 10^6$, $5 \cdot 10^6$, 10^7 , $2 \cdot 10^7$, $5 \cdot 10^7$);

$f_{рн}$ - нижняя резонансная частота аппаратуры, Гц, определяемая в результате испытаний по 5.1.

При отсутствии данных о резонансах аппаратуры в качестве $f_{рн}$ принимают нижнее значение частотного диапазона.

5.3.4 При отсутствии норм испытаний, рассчитанных на основе данных о фактической вибрационной нагруженности аппаратуры групп 1.3—1.8, испытания на вибропрочность проводят по нормам таблицы 9. Продолжительность испытаний определяют по формуле (2).

Таблица 9 - Нормы испытаний аппаратуры групп 1.3 - 1.8 на прочность при воздействии широкополосной случайной вибрации

Группа аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Диапазон частот, Гц	Спектральная плотность ускорения вибрации, $\text{м}^2/\text{Гц} \cdot \text{с}^4$ ($\text{г}^2 / \text{Гц}$)	Среднее квадратическое значение суммарного ускорения, $\text{м}/\text{с}^2$ (g)	Группа аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Диапазон частот, Гц	Спектральная плотность ускорения вибрации, $\text{м}^2/\text{Гц} \cdot \text{с}^4$ ($\text{г}^2 / \text{Гц}$)	Среднее квадратическое значение суммарного ускорения, $\text{м}/\text{с}^2$ (g)
1.3, 1.4, 1.8	5-200	4,8 (0,05)	31 (3,12)	1.5.4, 1.5.5, 1.6.4, 1.6.5	10-50	3,84 (0,04)	34 (3,5)
1.5.1, 1.5.2, 1.5.3, 1.6.1, 1.6.2, 1.6.3	10-50	0,96 (0,01)	17 (1,75)		50-130	7,7 (0,08)	
	50-130	1,92 (0,02)		1.7	130-500	1,15 (0,012)	
	130-500	0,29 (0,003)				5-1000	48 (0,50)

5.3.5 Аппаратуру групп 4.1—4.3 во включенном состоянии подвергают воздействию

ШСВ, имитирующей взлетно-посадочные режимы самолетов-носителей, движение на наземных комплексах и совместный полет с самолетом-носителем, по нормам, установленным в соответствии с 4.21. В случае, когда нормы испытаний аппаратуры не установлены в соответствии с 4.21, допускается назначать их на основе данных таблицы 10.

Таблица 10 - Нормы испытаний аппаратуры групп 4.1-4.3 на прочность при воздействии широкополосной случайной вибрации, имитирующей режимы взлета - посадки, совместного полета самолетов-носителей и движения на наземных комплексах

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Поддиапазон частот, Гц	Спектральная плотность ускорения вибрации в поддиапазоне, $\text{м}^2/\text{Гц}^{-1} \cdot \text{с}^4$ ($\text{г}^2 / \text{Гц}$)	Среднее квадратическое значение суммарного ускорения, $\text{м}/\text{с}^2$ (g)	Время, ч
1	2	3	4	5
4.1.1	5-50	3,7 (0,385)	33,0 (3,4)	20
	50-300	1,77 (0,0184)		
	300-500	2,5 (0,0259)		
4.1.2. 4.1.3	5-50	1,4(0,0147)	20,6 (2,1)	20
	50-300	0,68 (0,0071)		
	300-500	0,95 (0,0099)		

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5
4.2.1	5-50 50-300	1,14(0,012) 0,067 (0,0007)	8,3 (0,85)	30
4.2.2, 4.2.3	5-50 50-300	0,4 (0,00416) 0,024 (0,00025)	4,9 (0,5)	30
4.3.1	5-20 20-50 50-100	6,92 (0,072) 1,73 (0,018) 0,34 (0,0036)	13,2(1,35)	45
4.3.2, 4.3.3	5-20 20-50 50-100	3,08 (0,032) 0,77 (0,008) 0,15 (0,0016)	8,8 (0,9)	45

Примечания к таблице 10

1 Среднеквадратическое значение суммарного ускорения при испытании приведено в таблице для вертикального и поперечного направлений. В продольном направлении значение этого ускорения устанавливают равным 0,7 от указанного.

2 Время испытания в вертикальном, поперечном и продольном направлениях равно соответственно 0,5; 0,3 и 0,2 от указанного в таблице.

5.3.6 Для невиброизолированной аппаратуры допускается с целью сокращения продолжительности испытаний увеличивать значения СПУ и амплитуд гармонических составляющих, которые выбирают из условия

$$W_{\text{УСК}} \leq 2 W_{\text{НИ}}, \quad (3)$$

$$A_{i \text{ УСК}} \leq 1,4 A_{i \text{ НИ}} \quad (4)$$

где $W_{\text{УСК}}$ - СПУ широкополосной случайной вибрации при ускоренных испытаниях, $\text{g}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$

$W_{\text{НИ}}$ - СПУ, соответствующая норме испытаний, установленной по 5.3.2—5.3.5;

$A_{i \text{ УСК}}$ - амплитуда виброускорения i -й гармонической составляющей при ускоренных испытаниях, g ;

$A_{i \text{ НИ}}$ - амплитуда виброускорения i -й гармонической составляющей, соответствующая норме испытаний, установленной по 5.3.2, g .

При этом продолжительность ускоренных испытаний для случайной вибрации $t'_{\text{УСК}}$ и для гармонических составляющих $t''_{\text{УСК}}$ вычисляют по формулам:

$$t'_{\text{УСК}} = (W_{\text{НИ}} / W_{\text{УСК}})^4 t_{\text{СЛ}},$$

$$t''_{\text{УСК}} = (A_{i \text{ НИ}} / A_{i \text{ УСК}}) t_{\text{НОРМ}}$$

где $t_{\text{СЛ}}$, $t_{\text{НОРМ}}$ - продолжительности испытаний аппаратуры на воздействие широкополосной случайной вибрации и гармонических составляющих, установленные по 5.3.2-5.3.5.

При ускоренных испытаниях время воздействия случайной вибрации и гармонических составляющих в общем случае будет различным.

Если при проведении ускоренных испытаний в аппаратуре возникнут повреждения,

то необходимо провести ремонтно-восстановительные работы, а затем повторить ее испытания при исходных (неускоренных) значениях СПУ ШСВ и длительностях ее действия. По результатам неускоренных испытаний оценивают соответствие аппаратуры заданным требованиям по вибропрочности.

5.3.7 При отсутствии испытательных стендов допускается испытание на прочность при воздействии ШСВ заменять испытанием на прочность при воздействии сканирующей синусоидальной вибрации по нормам, установленным расчетом согласно 5.2.9.2.

Амплитуду виброускорения синусоидальной вибрации аппаратуры классов 3 - 5 определяют по формуле (1), а продолжительность ее испытаний $t_{\text{син}}$ - по формуле

$$t_{\text{син}} = 0,12 Q \ln(f_{\text{В}} / f_{\text{Н}}) t_{\text{сл}}, \quad (7)$$

где $f_{\text{В}}$, $f_{\text{Н}}$, -верхняя и нижняя частоты нормируемого диапазона частот соответственно, Гц.

5.3.8 Испытание на воздействие синусоидальной вибрации проводят одним из следующих методов:

- качающейся частоты;
- фиксированных частот (за исключением аппаратуры класса 3).

5.3.9 Испытание на вибропрочность методом качающейся частоты проводят при непрерывном изменении частоты вибрации от нижнего значения до верхнего и обратно.

При необходимости допускается разбивать частотный диапазон на поддиапазоны при сохранении амплитуды виброускорения или виброперемещения. Изменение частоты в диапазоне или поддиапазоне должно осуществляться по логарифмическому закону со скоростью не выше одной октавы в минуту.

Отношение времени испытания в каждом поддиапазоне частот к времени испытания во всем диапазоне частот должно быть равно отношению числа третьоктавных полос в поддиапазоне к числу третьоктавных во всем диапазоне. Число третьоктавных полос в поддиапазонах и во всем диапазоне частот выбирают по нормам, указанным в ГОСТ РВ 20.57.416.

5.3.10 Испытание аппаратуры на вибропрочность методом фиксированных частот проводят:

- на заранее заданных частотах, установленных в ПИ и ТУ;
- на резонансных частотах, определенных по 5.1 и внесенных после этого в ПИ и ТУ.

5.3.10.1 Испытание аппаратуры на вибропрочность методом заранее заданных в ПИ и ТУ фиксированных частот в отличие от метода качающейся частоты проводят при изменении вибрации в одном направлении от верхней частоты к нижней с выдержкой на крайней нижней частоте каждого третьоктавного диапазона, для чего весь диапазон частот делят на третьоктавные поддиапазоны в соответствии с нормами, указанными в ГОСТ РВ 20.57.416.

В пределах каждого поддиапазона частот производят плавное изменение частоты продолжительностью не менее 1 мин, а затем производят выдержку на нижней частоте каждого поддиапазона.

Время выдержки на каждом третьоктавном поддиапазоне определяют делением общего времени испытания во всем диапазоне частот на число третьоктавных поддиапазонов, содержащихся в нем.

5.3.10.2 Испытание аппаратуры на вибропрочность методом резонансных частот проводят последовательным возбуждением вибрационных нагрузок на резонансных частотах, начиная с низшей резонансной частоты. При изменении частоты вибрации рекомендуется уменьшать до минимума воздействующую на аппаратуру вибрационную нагрузку.

Длительность выдержки в каждом направлении оси на каждой резонансной частоте конструкции аппаратуры должна быть вычислена по формуле (2) и выбрана из наиболее близкого значения ряда (10±0,5) мин; (30±1) мин; (90±1) мин; 10 ч ±5 мин.

5.3.11 Допускается создавать вибрацию одновременно на нескольких фиксированных

частотах. В этом случае продолжительность испытания сокращается.

Методику испытания устанавливают по согласованию с заказчиком.

5.3.12 При отсутствии данных по результатам измерений вибрационных нагрузок, действующих на РЭА в условиях эксплуатации и боевого применения, нормы испытаний для различных групп исполнения РЭА по ГОСТ РВ 20.39.304 приведены в таблице 11.

Для аппаратуры класса 3 при отсутствии данных по результатам измерений вибрационных нагрузок на объекте нормы испытаний назначаются расчетными методами по ГОСТ РВ 20.39.304.

Таблица 11 - Нормы испытаний на прочность при воздействии синусоидальной вибрации

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Диапазон частот, Гц	Частота перехода, Гц	Амплитуда виброперемещения, мм	Амплитуда виброускорения, м/с ² (g)	Общая продолжительность воздействия по трем осям, ч	
1	2	3	4	5	6	
1.3	5-500	25	ПоТЗ	ПоТЗ	ПоТЗ	
1.4, 1.7, 1.8	5-500	25	2,0	49(5)	30	
1.5, 1.6	5-500	39	0,5	29(3)	30	
			1,0	59(6)		
		32	2,5	98 (10)		
1.9	5-300	32	0,5	19,6 (2)	30	
1.10	5-80	22	2,0	39,2 (4)	18	
2.2.1, 2.2.2 2.2.4	5-200	15	2,5	19,6 (2)	6	
		22	1,0			
		32	0,5			
2.2.3	5-500	22	2,5	49,0 (5)	6	
2.3.4		36	1,0			
2.4.1, 2.4.2, 2.4.4, 2.5.2, 2.6.2		50	0,5			
	2.4.3	5 - 2000	55	2,5	294 (30)	6
			87	1,0		
			122	0,5		
2.5.1, 2.6.1	5 - 60	10	2,5	19,6	6	
		18	10			
		32	0,5			
4.1.1	10-30	-	-	9,8 (1)	4	
	30-50	-	-	14,7 (1,5)	4	
	50-100	-	-	24,5 (2,5)	4	
	100-200	-	-	29,4 (3)	4	
	200-300	-	-	39(4)	4	
	300-500	-	-	49(5)	2	

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
2.5.1, 2.6.1	5 - 60	10	2,5	19,6(2)	6
		18	1,0		
		32	0,5		
4.1.1	10-30	-	-	9,8(1)	4
	30-50	-	-	14,7(1,5)	4
	50-100	-	-	24,5(2,5)	4
	100-200	-	-	29,4(3)	4
	200-300	-	-	39(4)	4
	300-500	-	-	49(5)	2
4.1.2, 4.1.3	10-30	-	-	9,8 (1)	4
	30-50	-	-	11,7(1,2)	4
	50-100	-	-	19,6 (2)	4
	100-200	-	-	24,5 (2,5)	4
	200-300	-	-	29,4 (3)	4
	300-500	-	-	39,2 (4)	2
4.2.1	10-30	-	-	9,8 (1)	6
	30-50	-	-	9,8 (1)	6
	50-100	-	-	19,6 (2)	6
	100-200	-	-	29,4 (3)	6
	200-300	-	-	34 (3,5)	6
4.2.2, 4.2.3	10-30	-	-	7,8 (0,8)	6
	30-50	-	-	9,8(1)	6
	50-100	-	-	14,7 (1,5)	6
	100-200	-	-	24,5 (2,5)	6
	200-300	-	-	29,4 (3)	6
4.3.1	10-30	-	-	29,4 (3)	25
	30-50	-	-	19,6 (2)	15
	50-100	-	-	9,8 (1)	5
4.4.2, 4.3.3	10-30	-	-	24,5(2,5) 1	25
	30-50	-	-	4,7 (1,5)	15
	50-100	-	-	9,8 (1)	5
5.1-5.4	10-30	-	-	11,8(1,2)	ТЗ
	30-80	-	-	29,4 (3)	
	80-300	-	-	49(5)	
	300-1200	-	-	78(8)	
	1200-2000	-	-	98 (10)	

Примечания

1. Продолжительность воздействия вибрации, указанная в таблице, относится к способу испытания, приведенному в 4.13а. Для способа, приведенного в 4.13а, продолжительность составляет $-1/3$, а для способа, приведенного в 4.13б, от установленной продолжительности испытаний.

2. Для аппаратуры групп исполнений 4.1.1-4.1.3; 4.2.1-4.2.3; 4.3.1-4.3.3 амплитуда виброускорения при испытании в продольном направлении составляет 70% от указанной в таблице. Время испытаний делится по осям: вертикальная – 0,5; поперечная – 0,3; продольная – 0,2 от общего времени, указанного в таблице.

5.3.13 Аппаратуру групп исполнения 2.2.1, 2.2.2, 2.2.4, 2.5.1, 2.5.2, 2.6.1, 2.6.2 по ГОСТ Р В 20.39.304 в диапазоне частот от 0,7 до 1,4 резонансной частоты виброизоляторов испытывают без виброизоляторов по нормам, указанным в таблице 11.

Допускается испытывать аппаратуру вышеназванных групп исполнения в диапазоне частот от 0,7 до 1,4 резонансной частоты виброизоляторов без снятия (выключения) виброизоляторов. При этом нормы испытаний, приведенные в таблице 11, должны контролироваться на аппаратуре. Положение контрольной точки указывают в ПИ и ТУ.

5.3.14 При наличии резонансных колебаний аппаратуры на виброизоляторах, кроме аппаратуры групп 2.2, 2.4—2.6, амплитуду виброускорения или виброперемещения на платформе стенда в диапазоне от 0,7 до 1,4 резонансной частоты виброизоляторов допускается уменьшать в 2 раза.

При испытании аппаратуры групп 2.1 и 2.3 допускается также в диапазоне от 0,7 до 1,4 резонансной частоты виброизоляторов контроль за соблюдением норм испытаний осуществлять непосредственно на аппаратуре. При этом положение контрольной точки указывают в ПИ и ТУ на поставку. В случае выхода из строя виброизоляторов они могут быть заменены, а испытания продолжены.

5.3.15 Нормы испытаний аппаратуры групп 2.1 и 2.3 на прочность при воздействии синусоидальной вибрации в зависимости от группы жесткости, устанавливаемой по таблице 4, приведены в таблице 12.

5.3.16 Если резонансы конструкции в аппаратуре групп 2.1 и 2.3 при выполнении 5.1.13 были обнаружены и она была допущена к дальнейшим испытаниям, то дополнительно проводят испытание на прочность на нижних резонансных частотах в тех положениях, в которых обнаружены резонансы.

Таблица 12— Нормы испытаний аппаратуры групп 2.1 и 2.3 на прочность при воздействии синусоидальной вибрации

Поддиапазон частот, Гц	Амплитуда перемещения платформы вибростенда при испытании по группе жесткости, мм				Амплитуда ускорения платформы вибростенда при испытании по группе жесткости, g				Общая продолжительность воздействия вибрации по трем осям, ч
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	
До 6 включ.	5,00	3,75	2,50	1,25					6
Св. 6 до 8 «	5,00	3,75	2,50	1,25					6
« 8 « 10 «	5,00	3,75	2,50	1,25					6
« 10 « 13 «	3,00	2,25	1,50	0,75					6
« 13 « 16 «	2,00	1,50	1,00	0,50					6
« 16 « 20 «	1,25	0,95	0,63	0,32	До 2,0	До 1,5	До 1,0	До 0,5	6
« 20 « 26 «	0,75	0,55	0,37	0,19					6
« 26 « 35 «	0,40	0,30	0,20	0,10					6
« 35 « 40 «	0,31	0,34	-	-					6
« 40 « 50 «	0,20	0,15	-	-					6
« 50 « 60 «	0,14	0,11	-	-					6

Продолжительность испытаний t_p вычисляют по формуле (2). В этом случае амплитуду колебаний платформы вибростенда на резонансных режимах A_p выбирают из таблицы 13.

Таблица 13 - Нормы дополнительных испытаний аппаратуры групп 2.1 и 2.3 на прочность при воздействии синусоидальной вибрации

Объекты, на которые поставляется аппаратура групп 2.1 и 2.3	Диапазон частот, в котором имеется резонанс, Гц	Амплитуда колебаний платформы вибростенда при испытании на резонансной частоте A_p , мм	
		виброизолированная аппаратура установлена на вибростенде жестко	аппаратура установлена на вибростенде аналогично ее установке на объекте
1	2	3	4
Подводные лодки	От 1 до 5 включ.	0,70	0,45
	Св. 5 » 35 »	0,15	0,10
Надводные корабли, отсеки ППУ	От 1 до 5 включ.	1,80	1,20
	Св. 5 до 25 »	0,75	0,50
	Св. 25 до 35 »	0,40	0,30
Надводные корабли с числом оборотов гребных винтов $n < 300$ об/мин (кроме отсеков ППУ)	От 1 до 5 включ.	2,70	1,80
	Св. 5 до 25 »	0,80	0,60
	Св. 25 до 35 »	0,40	0,30
	Св. 35 до 60 »	Амплитуда, соответствующая ускорению 2g	Амплитуда, соответствующая ускорению 1,5g
Надводные корабли с числом оборотов гребных винтов $n > 300$ об/мин	От 1 до 10 включ.	3,70	2,50
	Св. 10 до 18 »	1,50	1,00
	Св. 18 до 32 »	0,50	0,35
	Св. 32 до 60 »	Амплитуда, соответствующая ускорению 2g	Амплитуда, соответствующая ускорению 1,5g

При амплитуде колебаний платформы вибростенда, равной $0,7 A_p$ не допускается жестких соударений колеблющихся элементов аппаратуры (перемещения должны быть меньше зазоров).

Соударения допускаются в случае испытания аппаратуры, между элементами которой имеются зазоры, обусловленные ее специфическими особенностями, или для отдельных элементов предусмотрены ограничения амплитуд колебаний.

Для аппаратуры с однокаскадной схемой виброизоляции после проверки прочности на резонансных частотах виброизолирующего крепления допускается проводить испытание на резонансных частотах элементов аппаратуры с отключенными виброизоляторами. Значение A_p в этом случае выбирают из таблицы 12, как для жестко укрепленной на вибростенде аппаратуры.

Если аппаратуру поставляют на конкретный объект, для которого имеются достоверные данные об амплитуде ходовой вибрации A_x в месте установки аппаратуры, то допускается проводить испытания с амплитудами, равными $4,5 A_x$ для диапазона частот ходовой вибрации первого порядка и $3,0 A_x$ для диапазона частот лопастного порядка.

В случае проведения испытаний виброизолированной аппаратуры (для однокаскадной схемы виброизоляции) без виброизоляторов амплитуды колебаний платформы вибростендов должны быть увеличены в 1,5 раза. Аппаратура, прошедшая проверку на прочность и включенная впоследствии в состав виброизолирующего блока, не подвергается дополнительной проверке, если амплитуда виброперемещения рамы блока в условиях

эксплуатации не будет превышать величин, при которых испытывали аппаратуру на вибростенде. В случае существенного изменения способа крепления на объекте прошедшей проверку на вибропрочность аппаратуры (например, введение дополнительного каскада виброизоляции) ее вибропрочность должна быть проверена либо путем испытаний на вибростенде, либо экспериментально-расчетным методом, изложенным в приложении Д.

5.3.17 Общую продолжительность испытания аппаратуры, не являющейся постоянной принадлежностью борта носителя (мины, буи и др.), оговаривают в ПИ и ТУ.

5.3.18 Аппаратуру групп исполнения 4.9.1, 4.9.2 испытывают по нормам и методам, указанным в ПИ и ТУ.

5.3.19 Для аппаратуры групп 5.1—5.4 общую продолжительность испытаний устанавливают в ПИ и ТУ.

При отсутствии резонансов невibroизолированной аппаратуры на частотах ниже 40 Гц испытания на вибропрочность допускается проводить начиная с 15—20 Гц.

5.3.20 Допускается сокращать продолжительность испытаний на воздействие синусоидальной вибрации путем увеличения амплитуды виброускорения по сравнению со значениями, приведенными в таблице 11.

Продолжительность испытания $t_{УСК}$ для выбранного уровня ускорения A вычисляют по формуле

$$t_{УСК} = (A_0 / A)^m t_0 \quad (8)$$

где A_0 — амплитуда виброускорения, установленная в ПИ и ТУ;

m — показатель степени, устанавливаемый по согласованию с заказчиком при наличии необходимой информации о свойствах аппаратуры и допустимых пределах амплитуды виброускорения;

t_0 — продолжительность испытаний по ПИ и ТУ.

При отсутствии необходимой информации показатель степени m рекомендуется принимать равным 6.

Увеличение амплитуды виброускорения допустимо до величин, не приводящих к качественно иным видам отказов по сравнению с испытаниями по нормам ПИ и ТУ. Рекомендуется выбирать значение A таким, чтобы выполнялось соотношение $A/A_0 \leq 1,4$.

5.3.21 Аппаратуру считают выдержавшей испытания на вибропрочность, если при внешнем осмотре после испытаний не обнаружено механических повреждений и значения параметров аппаратуры соответствуют требованиям, установленным в ПИ и ТУ.

5.4 Испытание на воздействие синусоидальной вибрации одной частоты

5.4.1 Испытание на воздействие синусоидальной вибрации одной частоты проводят на серийных образцах аппаратуры для выявления грубых технологических дефектов, допущенных в процессе ее изготовления.

5.4.2 Аппаратуру жестко крепят к платформе стенда в эксплуатационном положении, при этом имеющиеся виброизоляторы снимают или выключают.

5.4.3 Испытание проводят на одной из частот, находящихся в диапазоне 20—30 Гц, при амплитуде виброускорения $19,6 \text{ м/с}^2$ (2g). Продолжительность испытания 30 мин. Испытания проводят не на резонансной частоте.

5.4.4 Аппаратуру испытывают в выключенном состоянии, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

5.4.5 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после его проведения у аппаратуры не выявлены грубые технологические дефекты.

6 ИСПЫТАНИЕ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ УДАРОВ

6.1 Испытание на устойчивость при воздействии механических ударов многократного действия

6.1.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, во время воздействия механических ударов многократного действия.

6.1.2 Аппаратуру испытывают во включенном состоянии по нормам, установленным в ГОСТ РВ 20.39.304. При отсутствии результатов натуральных измерений испытания проводят по нормам, указанным в таблице 14. Основные формы ударных импульсов приведены в 4.1. Для аппаратуры класса 3 форма ударного импульса должна соответствовать приведенной на рисунке 2 (пилообразный импульс).

6.1.3 Аппаратуру подвергают воздействию 20 ударов в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений, если большее число ударов не указано в ПИ и ТУ. Это испытание может быть совмещено с испытанием на прочность при воздействии многократных ударов.

6.1.4 Частота повторения ударов должна обеспечивать возможность контроля проверяемых параметров и не должна превышать 80 ударов в минуту.

Таблица 14— Нормы испытаний на устойчивость при воздействии ударов

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс		Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс	
		допустимая	предпочтительная			допустимая	предпочтительная
1.1-1.3	ПоТЗ	ПоТЗ	-	2.2.1, 2.2.2,	147 (15)	5-15	6
1.4	147 (15)	5-10	6	2.2.4, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.4			
1.9, 1.10	147 (15)	5-15	6	2.5.2, 2.6.2	59 (6), поТЗ	5-20	16
1.5, 1.6	147 (15)	5-15	11	2.1.4, 2.2.3, 2.3.4, 2.4.3	147 (15)	5-15	6
	1471 (150)	1-5	3				
1.7, 1.8	147 (15)	5 10	6		ПоТЗ	ПоТЗ	-
	1471 (150)	1-5	3				
2.1.3 ⁸ , 2.2.2*, 2.4.2*	1471 (150)	1 - 5	3	3.1-3.3	59(6)	9-14	11

* Аппаратура, установленная на оружии (пулеметах) или на конструктивных элементах объекта, непосредственно связанных с оружием (пулеметом).

6.1.5 Виброизолированную аппаратуру группы 1.3 дополнительно подвергают испытаниям в эксплуатационном положении с пиковым ударным ускорением 49 м/с² (5g) при длительности импульса 40—60 мс.

Число ударов должно быть не менее 10.

6.1.6 Аппаратуру групп исполнений 2.1.3, 2.1.4, 2.5.2, 2.6.2 допускается испытывать на копре К-200.

Аппаратуру этих групп исполнений данному виду испытаний допускается не подвергать, если ее испытывают на прочность и устойчивость при воздействии механических ударов одиночного действия.

6.1.7 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если при воздействии ударов значения ее функциональных параметров находились в пределах, установленных в ПИ и ТУ, и при внешнем осмотре не обнаружено механических повреждений.

6.2 Испытание на прочность при воздействии механических ударов многократного действия

6.2.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять разрушающему действию многократных ударов, выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах (норм, указанных в ПИ и ТУ, после воздействия многократных ударов.

6.2.2 Аппаратуру испытывают ао включенном состоянии. Если в ПИ и ТУ не оговорены условия испытаний, то их устанавливают в соответствии с данными, приведенными в таблицах 15 и 16. Основные формы ударных импульсов приведены в 4.1. Для аппаратуры класса 3 форма импульсов должна быть пилообразной (см. рисунок 2) с допускаемыми отклонениями +20 %.

Установленное число ударов распределяют поровну по всем трем взаимно пер-

пендикулярным направлениям для каждого значения ускорения.

Частота ударов должна быть не более 120 в минуту.

Примечания

1 Для аппаратуры класса 4 пиковое ударное ускорение одинаково по всем трем взаимно перпендикулярным направлениям, если ускорение не более 39 м/с^2 (4g). При пиковом ударном ускорении более 39 м/с^2 (4g) норма испытания в вертикальном направлении должна соответствовать указанной в таблице 16. В поперечном направлении нормы испытаний соответствуют 80 и в продольном — 50 % от указанных в таблице 16.

2 Число ударов в вертикальном, поперечном и продольном направлениях должно составлять соответственно 50, 30 и 20 % от указанных в таблице 16.

Таблица 15— Нормы испытаний аппаратуры классов 1 и 2 при воздействии механических ударов многократного действия

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20 39.304	Пиковое ударное ускорение, м/с^2 (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс		Общее число ударов по трем направлениям
		допустимая	предпочтительная	
1.1-1.3	ПоТЗ			
1.4	147 (15)	5-10	6	100.000
1.51, 1.5.3-1.5.6, 1.6.1, 1.6.3-1.6.6	147 (15)	5-15	11	10000
1.5.2, 1.6.2, 1.7.2, 1.8.2	1470 (150)	1-5	3	600
1.7.1, 1.7.3, 1.7.4, 1.8.1, 1.8.3, 1.9, 1.10	147 (15)	5-15	11	10.000
2.1.3*, 2.2.2*, 2.4.2*	1470 (150)	1-5	3	600
2.1.4, 2.2.1- 2.2.4, 2.3.4, 2.4.1-2.4.4	147-(15)	5-10	6	600
2.5.2, 2.6.2	59(6)	5-20	16	600
* Аппаратура, установленная на оружии (пулеметах) или на конструктивных элементах объекта, непосредственно связанных с оружием (пулеметом).				

6.2.3 Допускается невиброизолированную аппаратуру, не имеющую резонансов на частотах до 40 Гц, не испытывать на прочность при воздействии многократных ударов с длительностью воздействия ударного ускорения более 15 мс и величиной пикового ударного ускорения меньше или равной испытательной норме на вибрационную прочность.

6.2.4 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после проведения испытания значения функциональных параметров аппаратуры соответствуют требованиям, установленным в ПИ и ТУ, и при осмотре не обнаружено механических повреждений.

Таблица 16— Нормы испытаний аппаратуры групп 4.1—4.4 при воздействии механических ударов многократного действия

Группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Число ударов при указанном ускорении, м/с ² (g), и длительности ударного импульса, мс									Общее число ударов
	294(30) 5-10	196(20) 5-10	147(15) 10-20	117,6(12) 10-20	98 (10) 10-20	78,4(8) 20-30	58,8(6) 20-30	39,2(4) 20-30	29,4(3) 20-30	
4.1.1	20	500	-	1000	1680	-	6800	-	-	100 000
4.1.2	-	400	-	800	2000	-	6800	-	-	100 000
4.1.3	-	-	-	400	-	800	2000	-6800	-	100000
4.2.1	-	-	-	-	-	300	2700	7000	-	100 000
4.2.2	-	-	-	-	-	-	3000	7000	-	100 000
4.2.3	-	-	-	-	-	-	-	3000	7000	100 000
4.3.1	-	-	500	1100	-	15400	-	23000	-	400 000
4.3.2	-	-	-	1600	-	11400	-	27000	-	400 000
4.3.3	-	-	-	-	1600	-	11400	-	-	400 000
4.4.1-4.4.3	-	-	-	-	-	-	4000*	6000	-	100 000

* Испытание аппаратуры групп 4.4.1 – 4.4.3 при ускорении 58,8 м/с² (g) проводят при длительности ударного импульса 15 – 20 мс.

6.3 Испытание на прочность и устойчивость при воздействии механических ударов одиночного действия

6.3.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять разрушающему действию одиночных ударов, выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, после и/или во время воздействия одиночных ударов, что должно быть оговорено в ПИ и ТУ.

6.3.2 Аппаратуру испытывают по нормам, указанным в таблице 17 (для аппаратуры класса 5 - по нормам, подтвержденным расчетом, которые установлены в соответствии с ТЗ или указаны в таблице 17). во включенном или выключенном состоянии, что должно быть указано в ПИ и ТУ. Количество ударов и направления воздействий указывают в ПИ и ТУ, при этом количество ударов для аппаратуры классов 1, 2, 4, 5 должно быть не менее трех в каждом направлении воздействия. Нормы испытаний аппаратуры класса 6 указывают в ПИ и ТУ.

Таблица 17 - Нормы испытаний на прочность и устойчивость при воздействии механических ударов одиночного действия

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс		Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс	
		допустимая	предпочтительная			допустимая	предпочтительная
1	2	3	4	5	6	7	8
1.2.4*	По ТЗ 1180(120)	По ТЗ 0,01-0,02	По ТЗ 0,01	4.8, 4.9	1470 (150)	0,3-1	1

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8
1.5	29400 (3000) 4900 (500)	0,3-0,5 0,5-2	- 0,5	4.4.2	2452 (250)	1-3	1
1.6, 1.7	735 (75) 196 (20)	1-5 5-15	3 11	4.4.3	4905 (500)	1,5-2	1
1.4, 1.8.2, 1.9	735 (75)	1-5	3	51 54	1470 (150)	0,3-1	ПоТЗ
1.10	980 (100)	1-5	3				
2.1, 2.3, 2.5-2.7	По ТЗ (ТУ)	0,5-2	ПоТЗ	6.1-6.7	4900 (500) 9800 (1000) 19600 (2000) 39000 (4000) 49000 (5000) 78000 (8000) 98000 (10000) 157000(16000) 245000(25000) 390000(40000) 590000(60000) 780000(80000)	ПоТЗ	ПоТЗ
4.1.1, 4.2.1, 4.3.1	598 (60)	2-6	3				
4.1.2, 4.2.2, 4.3.2	785 (80)	2-6	3				
4.1.3, 4.2.3, 4.3.3, 4.4.1, 4.6, 4.7	980 (100)	1-10	3				
*Для аппаратуры, размещаемой на системе виброизоляции, нормы испытаний устанавливаются на основе значений уровней ВФ, приведенных в ТЗ; для аппаратуры, размещенной без системы виброизоляции, - в таблице 17							

6.3.3 Аппаратуру групп исполнения 2.1.1 - 2.1.5, 2.3.1 - 2.3.5, 2.5.1, 2.6.1 массой до 200 кг допускается испытывать на копре К-200. Количество ударов устанавливают равным 3 по каждому из трех взаимно перпендикулярных направлений.

Аппаратуру, имеющую встроенную, а также штатную виброизоляцию, испытывают вместе с виброизоляцией, закрепленной непосредственно на плите копра без переходных приспособлений.

При испытании на копре К-200 вместо указанного в таблице 17 режима испытаний необходимо использовать в качестве норм следующий режим:

высота падения вертикального груза, мм 1500;

отклонение маятника, град 90;

общее число ударов9.

6.3.4 Аппаратуру групп исполнения 2.1.3, 2.1.5, 2.3.5, 2.5.1, 2.6.1 и ее отдельные самостоятельные блоки массой от 200 до 5000 кг должны испытываться на специальных стендах по каждой координатной оси в соответствии с требованиями, установленными в ТТЗ, ТУ и ПИ, и на непосредственное воздействие ударных волн в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.305.

6.3.5 При отсутствии специальных стендов допускается вместо испытаний аппаратуры и ее отдельных самостоятельных блоков массой от 300 до 5000 кг проводить оценочный расчет прочности и деформации по каждой координатной оси на механические удары в соответствии с требованиями, установленными в ТТЗ, ТУ и ПИ, и на непосредственное воздействие ударных волн в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 20.39.305. Методы расчета согласовывают с заказчиком.

Для аппаратуры массой более 5000 кг оценку соответствия ее предъявляемым требованиям осуществляют расчетом прочности и деформации по каждой координатной оси на нагрузки, установленные в ТТЗ, ТУ и ПИ. Методы расчета согласовывают с заказчиком.

6.3.6 Допускается проводить испытание аппаратуры на одиночные удары в составе объекта.

6.3.7 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после и/или во время его проведения, аппаратура выполняет свои функции и сохраняет параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ.

6.4 Испытание на прочность узлов крепления при воздействии механических ударов одиночного действия

6.4.1 Испытание проводят для проверки способности узлов крепления удерживать аппаратуру во время и после воздействия ударов, которые могут возникнуть при условиях, определяющих нормы прочности образца.

6.4.2 Аппаратуру в каждом из шести положений $\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$ по ГОСТ РВ 20.39.304 подвергают воздействию трех ударов с пиковым ускорением 15g (для аппаратуры вертолетов - 30g) и длительностью 15 мс. Форма ударного импульса приведена на рисунке 1 (для аппаратуры класса 3 - на рисунке 2).

6.4.3 Испытание разрешается проводить на макетах, подобных натурным образцам аппаратуры по инерционным характеристикам.

6.4.4 Узлы крепления аппаратуры считают выдержавшими испытание, если после испытания они соответствуют требованиям, указанным в ПИ и ТУ.

7 ИСПЫТАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ПАДЕНИИ

7.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры группы 1.10 и аппаратуры других групп, если это указано в ТЗ (ТТЗ), противостоять разрушающему действию свободного падения и соударения с твердыми поверхностями, выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, после воздействия падений и соударений.

7.2 Аппаратуру подвергают испытанию в выключенном состоянии в том виде, в котором она переносится или транспортируется (без упаковки или в упакованном виде, о чем указывают в ПИ или ТУ).

7.3 Испытания проводят при свободном падении аппаратуры на грани, ребра и углы так, чтобы число ударов, приходящихся на грани, было равным 6, на ребра — 3, на углы — 2, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

7.4 Аппаратуру массой до 10 кг сбрасывают с высоты 750 мм, а массой более 10 кг — с высоты 500 мм, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

Высотой падения является расстояние от площадки, на которую образец падает (испытательная площадка), до самой ближайшей к этой площадке точки на образце в его положении перед падением.

7.5 Испытательные площадки должны быть ровными, твердыми и жесткими. Минимальная масса площадки должна превышать массу испытываемой аппаратуры в 10 и более раз.

Испытательная площадка состоит из бетона толщиной не менее 100 мм, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

Допускается проводить испытания при наличии на плите войлочной прокладки толщиной 15 мм, соответствующей требованиям ГОСТ 288.

7.6 Угол встречи аппаратуры в момент соударения с испытательной площадкой не контролируют.

7.7 Если в ПИ и ТУ нет соответствующих указаний, то аппаратуру испытывают без упаковки или в транспортной таре, если ее можно рассматривать как неотъемлемую часть аппаратуры.

7.8 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после его проведения аппаратура

выполняет свои функции и сохраняет параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ.

8 ИСПЫТАНИЕ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

8.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять воздействию механических факторов, возникающих при транспортировании в условиях, указанных в ПИ и ТУ. Нормы по сохранению параметров в процессе и/или после испытаний должны соответствовать приведенным в ПИ и ТУ.

8.2 Если аппаратуру допускается транспортировать автомобильным, железнодорожным, водным и воздушным транспортом, то допускается проводить испытание только на воздействие механических факторов, свойственных автомобильному и железнодорожному транспорту.

8.3 Испытание на воздействие механических факторов, свойственных условиям транспортирования в упаковке, проводят на воздействие многократных механических ударов по нормам таблицы 18 (для жестких условий) или таблицы 19 (для средних и легких условий) в зависимости от того что указано в ПИ и ТУ.

Таблица 18— Нормы испытаний аппаратуры классов 1—3, 6 и ее ЗИП, транспортируемой в упакованном виде в жестких условиях, методом воздействия механических ударов многократного действия

Масса аппаратуры, кг	Пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g)	Допустимая длительность действия ударного ускорения, мс	Предпочтительная длительность действия ударного ускорения, мс	Общее число ударов по трем направлениям
До 50 включ.	735 (75)	1-5	3	2000
	147 (15)	5-10	6	20000
	98 (10)	5-10	6	88000
Св. 50 до 75 включ.	490 (50)	1-5	3	2000
	147 (15)	5-10	6	20000
	98 (10)	5-10	6	88000
Св. 75 до 200 включ.	196 (20)	5-10	6	2000
	147 (15)	5-10	6	20000
	98 (10)	5-10	6	88000

Примечания

1 Испытания проводят, начиная с самого большого значения ускорения и заканчивая самым малым.

2 Испытаниям при ускорении 735, 490, 196 m/c^2 (75, 50, 20 g) не подвергают упаковку с аппаратурой, для которой в ТУ установлено крепление к кузову транспортного средства

Таблица 19 - Нормы испытаний аппаратуры классов 1-3, б и ее ЗИП, транспортируемой в упакованном виде в легких и средних условиях, методом воздействия механических ударов многократного действия

Масса упаковки с аппаратурой, кг	Пиковое ударное ускорение, m/c^2 (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс	Число ударов для условий транспортирования по ГОСТ В 9.001	
			Л	С
1	2	3	4	5
При воздействии вертикальных нагрузок				
До 50 включ.	735 (75)*	1-5	40	200
	147 (15)	5-10	400	2000
	98 (10)	5-10	2000	8800

Продолжение таблицы 19

Св.50 до 75 включ.	490 (50)* 147 (15) 98 (10)	1-5 5-10 5-10	40 400 2000	200 2000 8800
Св.75 до 200 включ.	196 (20)* 147 (15) 98 (10)	5-10 5-10 5-10	40 400 2000	200 2000 8800
При воздействии продольных нагрузок				
До 200 включ.	118 (12)	2-15	40	200
При воздействии поперечных нагрузок				
До 200 включ.	118 (12)	2-15	40	200
* Этому воздействию не подвергают упаковку с аппаратурой, для которой в ТУ установлено крепление к кузову транспортного средства.				

Испытание на воздействие механических факторов, свойственных условиям транспортирования в составе объекта, проводят по нормам, указанным в таблице 20.

Таблица 20 - Нормы испытаний аппаратуры, транспортируемой в составе объекта, методом воздействия механических ударов многократного действия

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	Допустимая длительность действия ударного ускорения, мс	Предпочтительная длительность действия ударного ускорения, мс	Общее число ударов по трем направлениям
1	2	3	4	5
1.3, 4.5	ПоТЗ	ПоТЗ	ПоТЗ	ПоТЗ
1.4, 1.7, 1.8	147 (15)	5-10	6	10000
1.9	735 (75) 147 (15)	1-5 5-10	1 6	4000 100000
1.10	980 (100) 147 (15)	1-5 5-10	1 6	4000 106000
4.4.1 – 4.4.3	59(6) 39(4)	15 – 20 20 – 30	16 25	4000 6000
4.1.1 – 4.3.3	98(10) 59(6) 39(4)	10 – 15 15 – 20 20 - 30	10 16 25	1000 6000 13000
4.6, 4.8	59(6) 39(4)	20 30	25 25	13000 27000
4.9.1	340(35) 196(20) 118(12) 98(10) 59(6)	5 – 10 5- -10 10 – 20 10 – 20 20 - 30	6 6 16 16 25	20 500 1000 1680 6800

Железная дорога	4,4 (0,45)	45	25	20	10	1,077 (0,0112)	0,481 (0,005)	0,19 (0,002)	0,96 (0,001)
-----------------	------------	----	----	----	----	-------------------	------------------	-----------------	-----------------

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Шоссе с твердым покрытием	3,9 (0,4)	35	25	25	15	0,673 (0,007)	0,385 (0,004)	0,19 (0,002)	0,115 (0,0012)
Грунтовая дорога	4,9 (0,5)	35	25	25	15	0,601 (0,00625)	1,049 (0,0109)	0,3 (0,00312)	0,18 (0,00187)
Шоссе с булыжным покрытием	5,9 (0,6)	35	25	25	15	1,51 (0,0157)	0,866 (0,009)	0,433 (0,0045)	0,26 (0,0027)

Примечание— Время испытаний устанавливают в ПИ и ТУ

Таблица 22— Нормы испытаний аппаратуры класса 4, транспортируемой в составе объекта, методом воздействия синусоидальной вибрации

Диапазон частот, Гц	Движение по железной дороге со скоростью 60—80 км/ч		Движение по дороге с булыжным покрытием со скоростью 20—40 км/ч		Движение по грунтовой дороге со скоростью 40—60 км/ч		Движение по шоссе с твердым покрытием со скоростью 40—60 км/ч	
	Амплитуда виброускорения, м/с ² (g)	Число циклов качания частоты на 1 км	Амплитуда виброускорения, м/с ² (g)	Число циклов качания частоты на 1 км	Амплитуда виброускорения, м/с ² (g)	Число циклов качания частоты на 1 км	Амплитуда виброускорения, м/с ² (g)	Число циклов качания частоты на 1 км
2-10	12,7 (1,3)	10	23,5 (2,4)	35	19,6 (2)	20	15,7 (1,6)	20
10-20	9,8 (1,0)	60	17,7 (1,8)	220	14,7(1,5)	100	11,8(1,2)	100
20-40	7,8 (0,8)	220	11,8(1,2)	850	9,8 (1,0)	430	7,8 (0,8)	430
40-60	3,9 (0,4)	190	5,9 (0,6)	700	4,9 (0,5)	350	3,9 (0,4)	300

Примечание— Время испытаний указывают в ПИ и ТУ

8.10 Для аппаратуры, в ТЗ и ТУ на которую оговорено ограниченное расстояние транспортирования для жестких условий, допускается сокращать число ударов до значений, указанных в таблице 23.

Таблица 23— Соотношение между расстоянием транспортирования и числом ударов

Расстояние, км	Число ударов
1000	3000
2000	5000
10000	15000
20000	30000

Если указанное в ТЗ и ТУ расстояние транспортирования отличается от установленных в таблице 23, то при определении количества ударов расстояние транспортирования берут равным наибольшему ближайшему значению (из указанных в таблице 23). Соотношение количества ударов для различных значений ускорения должно быть аналогичным приведенному в таблице 20.

8.11 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если в процессе и/или после про-

ведения испытания значения функциональных параметров аппаратуры соответствуют требованиям, установленным в ПИ и ТУ, и при осмотре не обнаружено механических повреждений.

9 ИСПЫТАНИЕ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА

9.1 Испытание на устойчивость при воздействии акустического шума

9.1.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, во время воздействия акустического шума.

9.1.2 Условия испытаний аппаратуры характеризуются средним уровнем звукового давления вокруг испытываемого объекта, уровнем звукового давления в октавных полосах частот в одной из контрольных точек, разницей суммарных уровней в контрольных точках и длительностью испытаний.

9.1.3 Аппаратуру во включенном состоянии подвергают воздействию акустического широкополосного шума или гармонического звука меняющейся частоты.

Нормы испытаний устанавливают по результатам измерений характеристик акустического шума при эксплуатации объектов В и ВТ. При отсутствии этих данных рекомендуется нормы испытаний аппаратуры на воздействие широкополосного акустического шума устанавливать по данным, приведенным в таблице 24.

Таблица 24— Нормы испытаний на устойчивость при воздействии акустического шума

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Диапазон частот, Гц		Среднее значение суммарного уровня звукового давления, дБ	Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Диапазон частот, Гц	Среднее значение суммарного уровня звукового давления, дБ
1	2		3	4	5	6
1.2.1-1.2.3	По ТЗ			3.1-3.3	100-10 000	130 140 150
1.2.4*	ПоТЗ 5 500	ПоТЗ 170		34 35		По ТЗ
1.3 1.4	50-10 000		130	4.1 4.2	50-10 000	160
1.5 – 1.8	50-10 000		135	4.3-4.8,4..9.1	50-10 000	150 170
1.9	50-10 000		По ТЗ			
1.10	50-10 000		100	4.9.2	50-10 000	180
2.1.2-2.1.4, 2.2.1-2.2.3, 2.3.2-2.3.4, 2.4.1-2.4.3, 2.5.2, 2.6.2	По ТЗ			5.1-5.4	50-10 000	150
				6.1, 6.5-6.7	50-10 000	150
				6.2	50-10 000	160
				6.3, 6.4	50-10 000	170

* Для аппаратуры, размещаемой на системе виброизоляции, нормы испытаний устанавливают на основе значений уровней воздействующих факторов, приведенных в ТЗ; для аппаратуры, размещаемой без системы виброизоляции, — в таблице 24

При испытаниях аппаратуры на воздействие гармонического звука меняющейся частоты диапазон частот выбирают равным 125—10000 Гц (для аппаратуры класса 3 от 100 до 10 000 Гц).

9.1.4 Для аппаратуры, не имеющей акустически чувствительных элементов, испытание при суммарном уровне звукового давления 130 дБ и менее допускается не проводить.

9.1.5 Аппаратуру, устанавливаемую в кабинах экипажа, технических отсеках образцов АТ, в которых суммарный уровень звукового давления не превышает 125 дБ, не подвергают испытаниям на устойчивость при воздействии акустического шума, если это специально не оговаривают в ПИ и ТУ.

9.1.6 Аппаратуру в эксплуатационном положении устанавливают, по возможности, в акустической камере таким образом, чтобы основные поверхности аппаратуры не были параллельны или перпендикулярны стенкам акустической камеры.

Аппаратуру класса 3 устанавливают в акустическую камеру на виброизоляторах так, чтобы первая резонансная частота системы была не выше 25 Гц.

Аппаратуру групп исполнений 4.1.1 - 4.1.3, 4.2.1 - 4.2.3, 4.3.1 - 4.3.3, 4.4.1 - 4.4.3 подвергают испытаниям на устойчивость при воздействии акустического шума в составе штатных отсеков.

9.1.7 Уровни звукового давления в октавных полосах частот относительно средних значений суммарных уровней, приведенных в таблице 24, в контрольных точках должны соответствовать указанным на рисунке 4 (кроме группы исполнения 1.2.4).

9.1.8 Разница суммарных уровней звукового давления в любых двух контрольных точках акустической камеры при наличии в ней аппаратуры не должны превышать 6 дБ. Минимальные значения уровней во всех контрольных точках должны быть ограничены значением минус 2 дБ относительно заданного суммарного уровня звукового давления. Среднее значение суммарного уровня звукового давления задают с абсолютной погрешностью ± 2 дБ.

Если испытания проводят в камерах, в которых разница суммарных уровней в контрольных точках превышает 6 дБ, то должно быть обеспечено ограничение минимальных суммарных уровней значением минус 2 дБ.

Линия суммарного уровня звукового давления

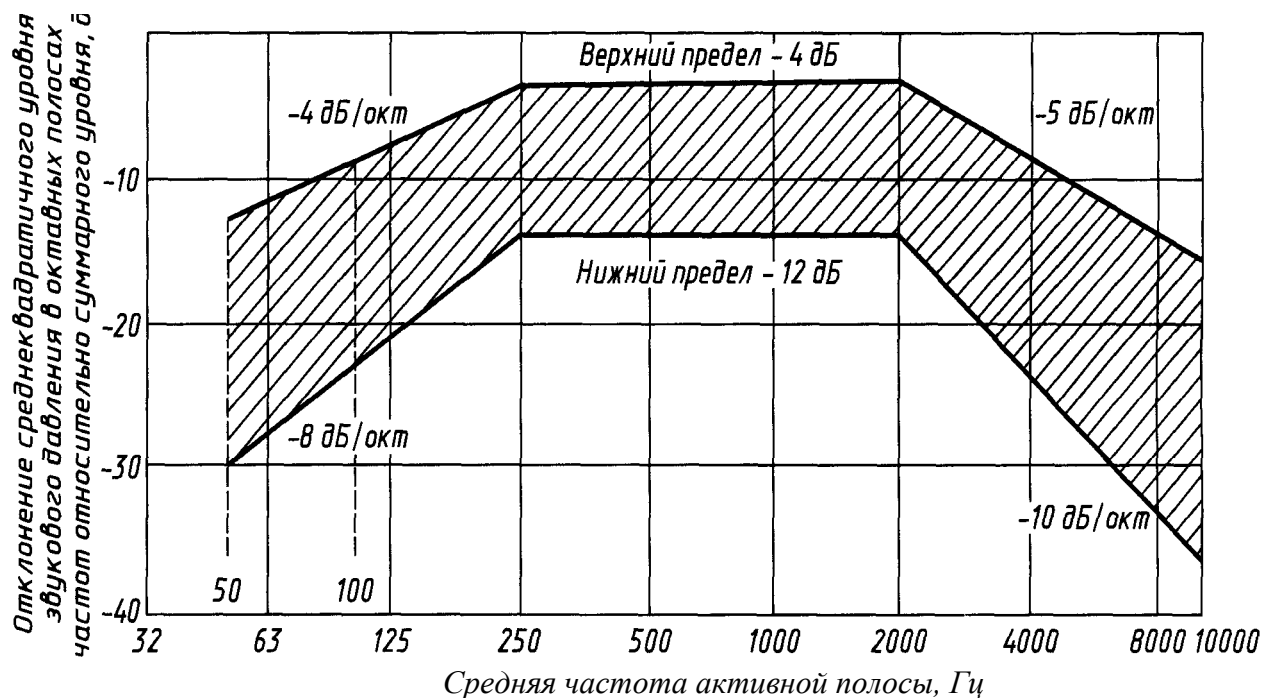


Рисунок 4 - Форма спектра звукового давления в октавных полосах частот

9.1.9 Испытание аппаратуры на воздействие гармонического звука меняющейся частоты проводят со скоростью изменения частоты в заданном диапазоне частот, не превышающей 1 октава/мин, и с выдержкой на частотах нестабильности выходных параметров испытываемой аппаратуры, при этом проводят контроль за ее работой (проверка отсутствия ложных срабатываний, а также проверка значений параметров, указанных в ПИ и ТУ).

Уровни звукового давления задают в двух контрольных точках со стороны источника звука и с противоположной стороны в пределах, указанных на рисунке 4. Отклонение уровня звукового давления от допуска разрешается только в сторону увеличения уровня.

9.1.10 Продолжительность испытаний должна быть достаточной для определения функциональных параметров аппаратуры, но не менее 5 мин (для аппаратуры класса 3—не менее 15 мин).

Для аппаратуры групп исполнений 4.1.1—4.1.3, 4.2.1—4.2.3, 4.3.1—4.3.3, 4.4.1—4.4.3 продолжительность воздействия акустического шума не должна быть меньше времени боевой работы.

9.1.11 Уровни звукового давления измеряют не менее чем в шести контрольных точках, равномерно расположенных вокруг испытываемой аппаратуры на расстоянии 0,1—2 м от поверхностей.

Допускается измерять уровень звукового давления в одной контрольной точке, если максимальные размеры аппаратуры не превышают 0,25 м.

9.1.12 Разницу между уровнями звукового давления в полосах частот и средним значением суммарных уровней звукового давления устанавливают экспериментально. Подбор уровней в октавных полосах частот может быть выполнен до установки аппаратуры в камеру. При необходимости окончательную настройку средних уровней в контрольных точках проводят после установки испытываемой аппаратуры в камеру.

9.1.13 В процессе испытаний аппаратуры необходимо осуществлять контроль ее функциональных параметров. Отклонения параметров при воздействии шума должны находиться в пределах, заданных в ПИ и ТУ.

9.1.14 Допускается проводить данное испытание аппаратуры в составе объекта.

9.1.15 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если в процессе испытания она удовлетворяет требованиям, установленным в ПИ и ТУ.

9.2 Испытание на прочность при воздействии акустического шума

9.2.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, после воздействия акустического шума.

9.2.2 Для формирования режимов испытаний определяют уровни звукового давления, действующие на аппаратуру в условиях эксплуатации. Предпочтительным является определение эксплуатационных уровней по результатам измерений на конкретных объектах. Для этого проводят измерения уровней звукового давления в диапазоне частот 50—10 000 Гц на типовых режимах эксплуатации объектов В и ВТ. Для аппаратуры класса 3 измерения проводят в диапазоне частот 100-10 000 Гц.

При отсутствии результатов измерений эксплуатационные уровни звукового давления для всех классов аппаратуры (кроме класса 3) определяют по таблице 24 с формой спектра, приведенного на рисунке 4, для аппаратуры класса 3 - по таблице 25 с формой спектра, приведенного на рисунке 5.

9.2.3 Для аппаратуры класса 3 по данным измерений или таблицы 25 определяют испытательный уровень звукового давления L в дБ из соотношения

$$L_{\text{экс}} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_n} \sum_{i=1}^N 10^{m/L_i/20} T_i \right]^{2/m}, \quad (9)$$

где T_n - общая длительность типового полета самолета, ч;

N - количество режимов типового полета самолета;

m — показатель степени наклона кривой усталостных повреждений Веллера (принимается равным 6, если не определено его более точное значение);

L - измеренное значение уровня звукового давления на i -м режиме полета самолета, дБ;

T_i - длительность i -го режима полета самолета, ч.

При использовании нормированных значений уровней звукового давления (см. таблицу 25) $L_{i \text{ исп}}$ в дБ для всех мест расположения аппаратуры в самолете принимают равным

$$L_{i \text{ исп}} = L_{i \text{ норм}} - 5, \quad (10)$$

Полученный уровень может использоваться для проведения испытаний в реальном масштабе времени $T = K T_n$ ч, где K - количество полетов за время летной эксплуатации самолета. Для проведения испытаний в ускоренном режиме вычисляют уровень звукового давления L_y в дБ по формуле

$$L_y = L_{i \text{ исп}} + 20/m \lg(T/T_y), \quad (11)$$

где T_y - длительность ускоренных испытаний, ч.

9.2.4 Испытаниям подвергают аппаратуру, чувствительную к акустическому воздействию. Аппаратуру, устанавливаемую в зонах, где суммарный уровень звукового давления не превышает 125 дБ, на акустическую прочность не испытывают.

9.2.5 Условия испытаний задают в испытательных камерах средним значением суммарного уровня звукового давления в контрольных точках, равного табличному или расчетному по соотношениям (9) и (11) испытательному уровню $L_{\text{исп}}$ (L_y), максимально допустимой неоднородностью поля звукового давления и продолжительностью испытаний.

Таблица 25 - Эксплуатационные уровни звукового давления для аппаратуры класса 3

Характеристика мест установки аппаратуры на ЛА	Нормируемый уровень звукового давления $L_{\text{норм}}$ дБ	Характеристика мест установки аппаратуры на ЛА	Нормируемый уровень звукового давления $L_{\text{норм}}$ дБ
Отсеки, расположенные не в зоне силовой установки	130	Двигатель, зона двигателя и выхлопной трубы	150
Отсеки, расположенные вблизи двигателей	140	Наиболее шумные места	160

9.2.6 Неоднородность поля звукового давления, определяемая разностью суммарных уровней в контрольных точках, не должна превышать 6 дБ. Суммарные уровни звукового давления в контрольных точках должны находиться в пределах от минус 2 до плюс 4 дБ относительно заданного уровня.

Допускается проводить испытания в камерах, в которых неоднородность поля звукового давления превышает 6 дБ. В этом случае уровни звукового давления в контрольных точках должны находиться в пределах от минус 2 до плюс 10 дБ относительно заданного уровня. Верхние пределы уровней звукового давления в октавных полосах частот могут быть увеличены на 6 дБ по сравнению с указанными на рисунках 4 и 5. Нижние пределы остаются без изменения.

Суммарный уровень звукового давления заданной степени жесткости испытаний

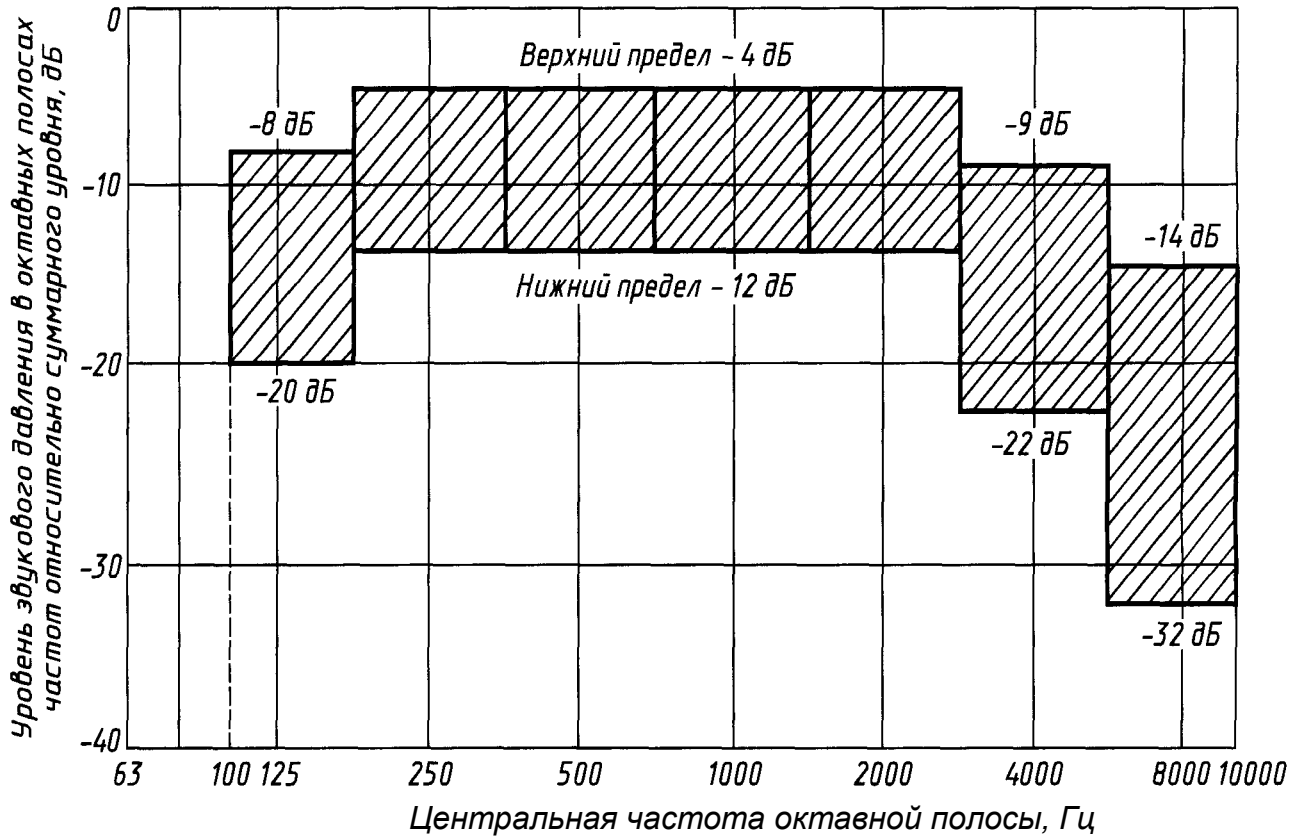


Рисунок 5 — Форма спектра звукового давления в октавных полосах частот (испытание широкополосным шумом)

9.2.7 Вокруг аппаратуры, имеющей линейные размеры основных поверхностей более 0,35 м, устанавливают шесть микрофонов, расположенных равномерно вблизи оборудования на расстоянии 0,1—10,2 м от его поверхностей.

Если линейные размеры основных поверхностей не превышают 0,35 м, может устанавливаться меньшее количество микрофонов, но не менее двух.

9.2.8 Форма спектра задается уровнями в октавных полосах частот среднегеометрическими частотами от 63 (125 — для аппаратуры класса 3) до 8000 Гц в любой контрольной точке. Уровни в октавных полосах частот должны находиться в пределах заштрихованных областей, показанных на рисунках 4 и 5.

9.2.9 Перед испытаниями аппаратура должна быть подвешена в центре испытательной камеры так, чтобы ее основные поверхности не были параллельны или перпендикулярны стенкам камеры, при этом первая резонансная частота системы подвески не должна превышать 25 Гц.

9.2.10 Испытательный уровень звукового давления и уровни в октавных полосах частот должны задаваться при наличии аппаратуры в камере.

9.2.11 Аппаратуру классов 1, 2, 4—6 испытывают во включенном или выключенном состоянии в зависимости от того, какой режим указан в ПИ и ТУ. Длительность испытаний указывают в ПИ и ТУ.

Аппаратуру класса 3 во включенном состоянии подвергают воздействию акустического шума с параметрами, задаваемыми в соответствии с 9.2.5. Длительность испытаний

должна быть не менее 5 ч.

9.2.12 Допускается проводить данное испытание аппаратуры в составе объекта.

9.2.13 Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после его проведения технические характеристики аппаратуры соответствуют требованиям, установленным в ПИ и ТУ, и она не имеет механических повреждений.

10 ИСПЫТАНИЕ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО УДАРА

10.1 Аппаратура на воздействие сейсмического удара испытывается на устойчивость, прочность и стойкость в зависимости от требований, установленных в ПИ и ТУ.

10.2 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять разрушающему действию, выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, во время и/или после воздействия сейсмических ударов, что должно быть указано в ПИ и ТУ.

10.3 Аппаратуру на воздействие сейсмического удара испытывают по нормам, соответствующим требованиям ГОСТ Р В 20.39.304 во включенном состоянии, если иное не оговорено в ПИ и ТУ.

10.4 Аппаратуру закрепляют на испытательном стенде жестко в соответствии с ее штатным креплением на объекте. Для аппаратуры, не имеющей крепления, разрабатывают способ крепления, который принимается в качестве штатного и указывается в технической документации на аппаратуру конкретного типа. Усилие затяжки оговаривают в ПИ и ТУ, а контроль затяжки производится динамометрическим ключом.

10.5 Аппаратуру, входящую в комплектные устройства (распределительные щиты, станции, посты управления), должны испытывать в составе этих комплектных устройств. В отдельных случаях допускается испытывать аппаратуру в макетах, по жесткости соответствующих комплектным устройствам.

10.6 Аппаратуру подвергают одновременно или последовательно трем ударам в направлении вдоль каждой из трех взаимно перпендикулярных осей аппаратуры, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

10.7 При испытаниях аппаратуры должны соблюдаться следующие условия:

- аппаратуру, имеющую коммутационное положение «включено - отключено», испытывают в обоих положениях. Аппаратуру, имеющую более двух коммутационных положений, испытывают в двух наименее устойчивых коммутационных положениях. При этом каждый образец должен быть подвергнут не более чем трем ударам в каждом из трех направлений;

- электрические аппараты, срабатывание которых зависит от тока или напряжения (катушки электромагнитов, нагревательные элементы тепловых реле и пр.), должны быть обеспечены электропитанием с номинальным током и напряжением. При наличии нескольких рабочих напряжений аппаратуру испытывают при напряжении, создающем более тяжелые условия.

Возможность отклонения режимов питания электрических цепей от номинального напряжения должна оговариваться в ПИ и ТУ.

10.8 Емкости и баки аппаратуры при проведении испытаний должны быть заполнены рабочими жидкостями (топливом, маслом, водой и пр.) или балластом.

10.9 Допускается часть образцов аппаратуры, поступивших на испытания для определения соответствия их стойкости (устойчивости, прочности) требованиям ТЗ, испытывать на фактическую устойчивость, прочность и стойкость. В этом случае определение соответствия стойкости (устойчивости, прочности) требованиям ТЗ проводят на первом образце, подвергая его трехкратному воздействию по каждой из трех координатных осей.

Фактическую стойкость (устойчивость, прочность) аппаратуры определяют по результатам испытаний других образцов, один из которых подвергают однократным воздействиям по трем координатным осям с начальной амплитудой ускорения на 5 g выше за-

данной в ТЗ (ТУ) и с шагом нарастания ускорения в последующих опытах, равным 5 g, до потери стойкости (устойчивости, прочности) образца. Следующий образец подвергают трехкратному воздействию по каждой оси с амплитудой ускорения на 5 g ниже той, при которой у предыдущего образца зафиксирована потеря стойкости (устойчивости, прочности). При испытании образца на однократные воздействия допускается, а при испытании на трехкратные воздействия запрещается подстраивать, регулировать аппаратуру, подтягивать болты ее штатного крепления в целом и комплектующих элементов в отдельности.

Необходимость таких испытаний оговаривают в ПИ и ТУ.

10.10 Допускается оценку соответствия аппаратуры группы 1.2 по ГОСТ РВ 20.39.304 требованиям стойкости (устойчивости, прочности) к воздействию сейсмического удара проводить на основании сравнения фактической стойкости (устойчивости, прочности) аппаратуры, определяемой по результатам испытания одного образца или по аналогу.

Аппаратура соответствует заданным требованиям, если фактическая стойкость (устойчивость, прочность) испытуемого образца или аналога превышает пиковое значение ударного ускорения, указанное в требованиях стандарта, не менее чем на 5 g.

Методика определения фактической стойкости (устойчивости, прочности) аппаратуры к воздействию сейсмического удара приведена в приложении Е.

10.11 Аппаратура, имеющая в своем составе вращающиеся элементы (двигатели внутреннего сгорания, компрессоры, генераторы и т.д.), после проведения испытания на воздействие сейсмического удара проходит дополнительные испытания на «наработку» в соответствии с ПИ. Результаты данных испытаний являются составной частью акта испытаний на воздействие сейсмического удара.

10.12 Испытания аппаратуры группы 1.2 по ГОСТ РВ 20.39.304 на стойкость (устойчивость, прочность) к воздействию сейсмического удара проводят на специальных стендах, обеспечивающих воспроизведение знакопеременных ускорений с двумя и более полуволнами длительностью каждой 30—50 мс и формой, близкой к синусоидальной или треугольной, причем время нарастания каждой полуволны ускорения не должно превышать половину ее длительности. Допускается разрыв во времени между двумя полуволнами и отклонения амплитудно-временных значений $\pm 15\%$ от указанных в таблице 2 ГОСТ РВ 20.39.304.

Соотношение амплитуд первой и второй полуволн импульсов ускорения не должно выходить за пределы 1,15—0,85.

10.13 Допускается проводить испытания аппаратуры на стендах, воспроизводящих одну полуволну синусоиды ускорения. В этом случае аппаратура должна подвергаться воздействию сейсмических ударов по каждой оси в двух противоположных направлениях.

10.14 Допускаются отклонения амплитудно-временных параметров испытательного воздействия от требований. В этом случае дополнительно проводят сравнение спектра стандартного воздействия (10.12) со спектром испытательного воздействия. Спектр испытательного воздействия должен перекрывать спектр стандартного воздействия в области резонансных частот аппаратуры.

10.15 Аппаратуру считают выдержавшей испытания, если во время и/или после воздействия сейсмических ударов аппаратура выполняет свои функции и сохраняет параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ.

11 ИСПЫТАНИЕ НА СТОЙКОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛИНЕЙНОГО УСКОРЕНИЯ

11.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять разрушающему действию, выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, во время и после воздействия линейных ускорений, что должно

быть оговорено в ПИ и ТУ.

11.2 Аппаратуру испытывают во включенном состоянии, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия, по нормам, указанным в таблице 26.

Примечание - Испытание аппаратуры, чувствительной к воздействию угловых ускорений, проводят на линейных ускорителях по соответствующим методикам, оговоренным в ПИ и ТУ.

Таблица 26— Нормы испытаний на стойкость при воздействии линейного ускорения

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Ускорение, м/с ² (g)	Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Ускорение, м/с ² (g)
2.2, 2.4	49(5)	4.1-4.8	По ТЗ
2.5.2, 2.6.2	По ТЗ	4.9	196 (20)
3.1-3.5	Приложение Ж	5.1-5.4	147 (15) По ТЗ

11.3 Значение ускорения устанавливают относительно геометрического центра аппаратуры или центра ее тяжести, если в ПИ и ТУ не указаны другие положения. Погрешность значения линейного ускорения в центре тяжести должна быть не менее минус 10 % и не более плюс 30 %. При этом разница между ускорением центра тяжести аппаратуры и ускорением любой точки аппаратуры должна находиться в пределах ± 10 %.

Число оборотов платформы центрифуги «ц в об/мин вычисляют по формуле

$$n_{\text{ц}} = 300 \sqrt{J/R}, \quad (12)$$

где J - ускорение, м/с² (g);

R - расстояние от центра вращения платформы до геометрического центра аппаратуры, ее центра тяжести или контрольной точки, см.

Примечание — Для аппаратуры с большими габаритными размерами или содержащей элементы, особо чувствительные к линейным ускорениям, точка контроля ускорения должна быть оговорена в ПИ и ТУ.

11.4 Невиброизолированную аппаратуру или ее блоки крепят на платформе испытательного стенда аналогично креплению ее в условиях эксплуатации.

11.5 Аппаратуру с индивидуальной виброизоляцией испытывают на виброизоляторах, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия. Аппаратуру с централизованной виброизоляцией крепят на платформе испытательного стенда аналогично креплению ее к виброизоляторам.

11.6 Испытание проводят при воздействии линейного ускорения поочередно в обоих направлениях по каждой из трех взаимно перпендикулярных осей, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

Пространственное положение аппаратуры при испытаниях на центрифуге по шести, направлениям должно быть:

- вперед — передняя панель или передняя часть испытываемой аппаратуры обращена к центру вращения центрифуги;

- назад — аппаратура повернута на 180° относительно положения «вперед»;

- вверх — верх испытываемой аппаратуры обращен к центру вращения центрифуги;

- вниз — аппаратура повернута на 180° относительно положения «вверх»;

- влево — левая сторона испытываемой аппаратуры обращена к центру вращения центрифуги;

- вправо — правая сторона испытываемой аппаратуры обращена к центру вращения центрифуги.

11.7 Испытание гироскопической аппаратуры проводят по методам, оговоренным в ПИ или ТУ на аппаратуру.

12 ИСПЫТАНИЕ НА СТОЙКОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОГО УСКОРЕНИЯ

12.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять разрушающему действию центростремительного ускорения вокруг одной из осей аппаратуры, выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, во время и после воздействия центростремительного ускорения, что должно быть оговорено в ПИ и ТУ. Ось аппаратуры, вокруг которой действует центростремительное ускорение, указывают в ПИ и ТУ.

12.2 Аппаратуру групп 6.1—6.7 во включенном состоянии подвергают воздействию центростремительного ускорения вокруг продольной оси с угловой скоростью, величина которой, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия, выбирается из ряда: 200, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 8000, 10 000 рад/с.

12.3 Угловое ускорение при наборе угловой скорости вращения не регламентируется, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

12.4 Продолжительность действия центростремительного ускорения устанавливают в ПИ и ТУ.

12.5 Аппаратуру считают выдержавшей испытание на стойкость при воздействии центростремительного ускорения, если в процессе и после испытаний она выполняет свои функции и сохраняет параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ.

13 ИСПЫТАНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

13.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры противостоять разрушающему действию воздушного потока, выполнять свои функции и сохранять параметры, указанные в ПИ и ТУ, во время воздействия воздушного потока.

Испытаниям подвергают только внешние части аппаратуры, на которые в условиях эксплуатации воздействует воздушный поток и которые указаны в ПИ и ТУ.

13.2 Аппаратуру испытывают во включенном состоянии по нормам, указанным в таблице 27, если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

Таблица 27— Нормы испытаний на устойчивость при воздействии воздушного потока

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20 39 304	Скорость воздушного потока, м/с
1.3-1 10	30
21.3,222	50
24.2	70

Аппаратуру групп 1.3 - 1.10 дополнительно испытывают в выключенном состоянии при скорости воздушного потока 50 м/с

13.3 Аппаратура класса 2 может испытываться при более высоких значениях скорости воздушного потока, если это указано в ПИ и ТУ

13.4 Испытания проводят на аэродинамическом стенде, имеющем подвижную платформу, которая вводится в воздушный поток заданной скорости.

Допускается проводить испытание методом механического эквивалента или моделированием.

Аппаратуру обдувают воздушным потоком под различными углами (по 5—10 мин через каждые 45°), если в ПИ и ТУ не оговорены другие условия.

В направлении наибольшей парусности продолжительность обдува должна быть не

менее 20 мин.

13.5 Аппаратуру закрепляют на платформе стенда в эксплуатационном положении.

13.6 Испытание аппаратуры на воздействие воздушного потока проводят воздействием воздушного потока, величину и продолжительность воздействия которого устанавливают в ПИ и ТУ. Введение аппаратуры в воздушный поток производят при последовательном повышении его скоростного напора до заданного значения.

13.7 После каждого введения аппаратуры в воздушный поток проводят ее внешний осмотр с целью выявления механических повреждений и контроль параметров, оговоренных в ПИ и ТУ.

13.8 Аппаратуру считают выдержавшей испытание на устойчивость при воздействии воздушного потока, если в процессе испытания она выполняет свои функции и сохраняет параметры, указанные в ПИ и ТУ, и у нее отсутствуют механические повреждения.

14 ИСПЫТАНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КАЧКИ И ДЛИТЕЛЬНЫХ НАКЛОНОВ

14.1 Испытание проводят для проверки способности аппаратуры класса 2 выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах норм, указанных в ПИ и ТУ, во время воздействия качки и при длительных наклонах.

14.2 Аппаратуру подвергают воздействию качки по нормам, указанным в таблице 28.

14.3 Аппаратура, имеющая пространственную стабилизацию, испытывается вместе со стабилизирующими устройствами.

14.4 Для аппаратуры, которая, находясь в условиях качки и длительных наклонов, может не выполнять свои функции, нормы и методы испытаний должны быть указаны в ПИ и ТУ.

Таблица 28— Нормы испытаний на устойчивость при воздействии качки и длительных наклонов

Группа и группа исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ 20.39.304	Угол наклона, град.	Период, с
2.1, 2.3, 2.5.1, 2.6.1	+45	7-16
2.2, 2.4	±30	7-10

14.5 Аппаратура испытывается в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

14.6 Продолжительность воздействия качки должна быть достаточной для контроля параметров, указанных в ПИ и ТУ, но не менее 5 мин для каждого положения аппаратуры.

14.7 После окончания испытания на воздействие качки производят проверку аппаратуры при длительных наклонах до 45°. Для этого платформу стенда с закрепленной на ней аппаратурой наклоняют под углом 45° и выдерживают в этом положении не менее 5 мин, при этом производят измерение параметров аппаратуры, оговоренных в ПИ и ТУ.

Если от угла наклона аппаратуры зависят тепловые характеристики элементов аппаратуры, то испытание при длительных наклонах проводят в течение времени, достаточного для достижения элементами аппаратуры установившегося теплового режима.

Длительность испытаний устанавливают в ПИ и ТУ.

14.8 Допускается для серийной аппаратуры, не имеющей элементов, чувствительных к качке и наклону, испытания не проводить.

14.9 Аппаратура считается выдержавшей испытание, если при воздействии качки и длительных наклонов параметры аппаратуры удовлетворяют требованиям ПИ и ТУ для данного вида испытания.

15 ИСПЫТАНИЕ НА КОМПЛЕКСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ (ПОВЫШЕННОЙ, ПОНИЖЕННОЙ)

15.1 Испытание проводят для определения способности аппаратуры выполнять заданные функции, сохранять значения параметров и внешний вид в процессе и после комплексного воздействия вибрации (синусоидальной, случайной) и температуры (повышенной, пониженной).

15.2 Испытание проводят в климатической камере, объединенной с вибратором. Если температура поверхности вибрационного стола может отличаться от температуры в камере, то крепление аппаратуры к вибрационному столу должно иметь низкую теплопроводность, при этом теплоизоляционное устройство не должно вносить изменений в динамические характеристики аппаратуры в пределах диапазона частот испытаний.

Требования по размещению аппаратуры, контрольных датчиков ускорения и другие требования по методике проведения испытаний должны соответствовать 4.1—4.5, 4.7—4.11, 4.13, 4.15—4.18, 5.2, 5.3 и ГОСТ Р В 20.57.306.

15.3 Аппаратуру размещают в камере в эксплуатационном положении, включают и после выдержки до установления температурного равновесия измеряют ее параметры, установленные в ПИ и ТУ.

15.4 Включают вибростенд и проводят испытания аппаратуры на виброустойчивость по 5.2 при нормальной температуре, после чего аппаратуру и вибростенд выключают.

15.5 Температуру в камере снижают до пониженной рабочей, установленной в ПИ и ТУ, и выдерживают аппаратуру в течение времени, достаточного для установления температуры по всему объему аппаратуры.

Аппаратуру включают и после достижения теплового равновесия проводят измерения параметров, указанных в ПИ и ТУ для испытания на холодоустойчивость.

15.6 Включают вибростенд и проводят испытания при пониженной температуре на виброустойчивость по 5.2. Затем проводят испытания на вибропрочность по 5.3 при пониженной температуре в течение времени, указанного в ПИ и ТУ, после чего аппаратуру и вибростенд выключают.

Примечания

1 Аппаратура при испытании на вибропрочность может находиться во включенном и/или выключенном состоянии, что указывают в ПИ и ТУ.

2 Если во время испытания на вибропрочность аппаратура должна находиться только в выключенном состоянии, то в процессе данного испытания температура в камере должна соответствовать предельной пониженной температуре, установленной в ПИ и ТУ.

15.7 Температуру в камере повышают до повышенной температуры среды эксплуатации, установленной в ПИ и ТУ, выдерживают температуру в течение времени, достаточного для установления температуры по всему объему аппаратуры. Аппаратуру включают и, после достижения теплового равновесия, измеряют параметры, указанные в ПИ и ТУ для испытаний на теплоустойчивость.

15.8 Включают вибростенд и проводят испытания на виброустойчивость по 5.2 при повышенной рабочей температуре среды. Затем проводят испытание на вибропрочность по 5.3 при данной температуре в течение времени, указанного в ПИ и ТУ.

15.9 Время выдержки при испытаниях на вибропрочность при пониженной и повышенной температуре в сумме должно быть не менее указанного в 5.3 при испытании аппаратуры на вибропрочность.

15.10 Аналогично проводят испытания по 15.4—15.8 поочередно для двух других положений аппаратуры по отношению к направлению воздействия вибрации.

15.11 Аппаратуру считают выдержавшей испытания, если в процессе испытания она соответствует требованиям, установленным в ПИ и ТУ для данного вида испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

**ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТУРЕ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
РЕЖИМА ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СЛУЧАЙНОЙ ВИБРАЦИИ**

А. 1 Анализирующая аппаратура должна обеспечивать статистическую точность, соответствующую числу степеней свободы не менее 100. Число степеней свободы определяют как произведение ширины полосы пропускания анализатора B на постоянную времени T .

А.2 Систему управления вибростендом, совмещающую функции формирования управляющего сигнала и анализа реализуемой (на столе стенда) вибрации, разрабатывают на линейном фильтре, ширина полосы пропускания которого должна быть не более 50 Гц.

А.3 Система анализа реализуемой (на столе стенда) вибрации должна иметь следующие характеристики:

а) анализатор с постоянной полосой пропускания — ширина полосы фильтра:

- не более 10 Гц в диапазоне частот 10—200 Гц,
- не более 50 Гц в диапазоне частот 200—2000 Гц,
- скорость линейной развертки при анализе должна быть не более $B/2 T$;

б) анализатор с постоянной относительной полосой пропускания:

- максимальная ширина полосы пропускания фильтра не должна превышать $1/3$ октавы,
- скорость развертки не должна превышать $B/2T$;

в) цифровой анализатор с разрешающей способностью не менее 400 линий спектра на частотный диапазон (т. е. $f \leq 5$ Гц).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЛУЧАЙНОЙ ВИБРАЦИИ

Б.1 Испытание проводят для определения допустимых предельных уровней спектральной плотности ускорения вибрации, при которых возможна эксплуатация аппаратуры без применения дополнительных средств виброзащиты.

Б.2 Испытание рекомендуется проводить на этапах конструкторской обработки, предварительных и государственных испытаний опытных образцов аппаратуры.

Б.3 Испытание проводят при жестком креплении аппаратуры к столу стенда.

Б.4 Границу виброустойчивости определяют после испытаний на виброустойчивость при уровнях спектральной плотности ускорения, заданных в ПИ и ТУ, повышением уровней спектральной плотности с непрерывным контролем функциональных параметров испытываемой аппаратуры. Уровни вибрационного воздействия увеличивают до обнаружения потери виброустойчивости хотя бы по одному функциональному параметру или до появления механического повреждения.

Примечания

1 Допускается проводить периодический контроль функциональных параметров, но при изменении уровней спектральной плотности ускорения в контрольной точке - не реже чем через 3 дБ.

2 При возникновении в процессе испытаний механических повреждений в отдельных технически обоснованных случаях испытания могут быть продолжены после устранения повреждения.

Б. 5 При обнаружении потери виброустойчивости аппаратуры снижают уровни спектральной плотности ускорения в контрольной точке на 3 дБ и осуществляют поиск частотных поддиапазонов, в которых при увеличении вибрационных воздействий нарушается устойчивая работа испытываемой аппаратуры. Поиск этих поддиапазонов частот производят изменением уровней вибрационного воздействия в полосах частот шириной, равной $1/3$ октавы в области частот до 200 Гц и до 50 Гц — свыше 200 Гц.

Б.6 Зафиксировав уровни вибрационных воздействий в частотных поддиапазонах, в которых аппаратура имеет пониженную виброустойчивость, далее повышают уровни вибрационных воздействий в остальной области частот нормированного диапазона до обнаружения потери виброустойчивости аппаратуры.

Предельное повышение вибрационного воздействия ограничивают величиной 12 дБ относительно максимального нормированного значения уровня СПУ.

МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЖЕСТКОСТИ ИСПЫТАНИЙ АППАРАТУРЫ НА ВИБРАЦИОННЫЕ, УДАРНЫЕ НАГРУЗКИ И ЛИНЕЙНОЕ (ПОСТОЯННОЕ) УСКОРЕНИЕ

В.1 Оценка реакция КА на воздействие внешних механических факторов определяется ее максимальными пиками ускорения и количеством циклов знакопеременного нагружения. Поэтому сравнение жесткости различных воздействий проводится именно по этим параметрам.

КА с точки зрения воздействия на нее различных механических факторов может быть представлена как совокупность линейных механических колебательных звеньев, резонансные частоты которых перекрывают весь нормируемый частотный диапазон. В этом случае реакция КА на каждой частоте может рассматриваться как реакция соответствующего колебательного звена, а спектр реакции КА соответствует сумме реакций всей совокупности колебательных звеньев, представляющих ее. Принятая модель обеспечивает верхнюю оценку спектра реакции, так как предполагает наличие резонансов конструкции на всех частотах нормируемого диапазона.

Механические резонансы реальной КА имеют различную добротность в зависимости от материала, покрытия и т. п. Учитывая, что в данном случае требуется верхняя оценка спектра реакции, для выбранной модели принимается, что все колебательные звенья, моделирующие реальную конструкцию, имеют одинаковую добротность $Q = 10$. Это значение определяется максимальной добротностью резонансов конструкций, изготовленных из легких сплавов.

В.1.1 Реакция на вибрационное воздействие

СПУ на выходе колебательного звена на резонансной частоте $S_{\text{ВЫХ}}(f_p)$, $g^2 / \text{Гц}$ вычисляют по формуле

$$S_{\text{ВЫХ}}(f_p) = K^2 S_{\text{ВХ}}(f_p) \quad (\text{В.1})$$

где K — коэффициент передачи на резонансной частоте;

$S_{\text{ВХ}}(f_p)$ — значение СПУ на входе.

Среднее квадратическое значение виброускорения σ на выходе линейной системы : равно:

$$\sigma = \sqrt{\int S_{\text{ВЫХ}}(f_p) df}. \quad (\text{В.2})$$

Для колебательного звена с высокой добротностью ($Q = 1$) интеграл под корнем может быть представлен как

$$\int S_{\text{ВЫХ}}(f_p) df = \Delta f S_{\text{ВЫХ}}(f_p) = \Delta S_{\text{ВЫХ}}(f_p) K^2 \quad (\text{В.3})$$

где Δf — эффективная ширина полосы пропускания колебательного звена.

Учитывая, что $\Delta f = \frac{\pi f_p}{2Q}$, а $K = Q$, получим формулу для вычисления среднего квадратического значения ускорения на выходе колебательного звена:

$$\sigma = \sqrt{\Delta f K^2 S_{\text{ВХ}}(f_p)} = \sqrt{\frac{\pi f_p S_{\text{ВХ}}(f_p) Q^2}{2Q}} = \sqrt{\pi / 2 f_p Q S_{\text{ВХ}}(f_p)}. \quad (\text{В.4})$$

Амплитудный спектр реакции КА $A(f)$ на вибрационное воздействие на уровне 3σ будет равен:

$$A(f) = 3 \sqrt{\pi / 2 f_p Q S_{\text{вх}}(f_p)}.$$

В. 1.2 Реакция на ударное воздействие

При воздействии на линейное механическое колебательное звено ударного импульса амплитуда ускорения на выходе не превышает удвоенного значения амплитуды ударного ускорения на входе колебательного звена независимо от формы ударного импульса $G_{\text{вых}} < 2 G_{\text{вх}}$.

Наибольшая величина ускорения достигается на частоте

$$f_n = \frac{1}{2 \tau_{\text{э}}} \text{ Гц}, \quad (\text{В.6})$$

где $\tau_{\text{э}}$ - эффективная продолжительность ударного импульса на входе колебательного звена:

- для прямоугольного импульса $\tau_{\text{э}} = \tau$;
- для треугольного импульса $\tau_{\text{э}} = (1/2) \tau$;
- для полуволны синусоиды $\tau_{\text{э}} = 2 \tau / \pi$.

На частотах выше f_n спектр реакции КА на воздействие удара является плоским по крайней мере до 2000 Гц. На рисунке В.1 приведена верхняя оценка спектра максимальной реакции КА на ударный импульс.

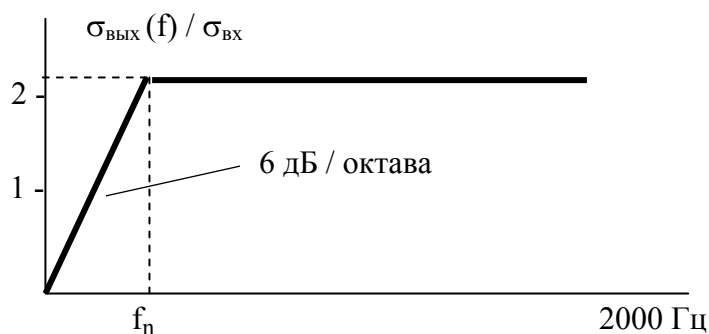


Рисунок В.1

В.1.3 Реакция на воздействие линейного (постоянного) ускорения

Учитывая, что спектр линейного ускорения находится практически на нулевой частоте, его действие не может возбудить резонансных частот конструкции аппаратуры, имеющей ограничения по наименьшей собственной частоте. Поэтому для изделий, не имеющих массивных подвижных рабочих элементов, т.е. когда не проявляется кумулятивный эффект от действия линейного ускорения, максимальная амплитуда реакции КА на воздействие линейного ускорения равна амплитуде самого линейного ускорения.

В. 2 Сравнение степени жесткости линейного ускорения с вибрационным и ударным воздействием

Для сравнения проводится проверка выполнения условий

$$\begin{aligned} L_{\text{max}} &< A(f); \\ L_{\text{max}} &< G(f), \end{aligned} \quad (\text{В.7})$$

где L_{max} — максимальное значение линейного ускорения

Если хотя бы на одной частоте какое-либо из этих условий выполняется, то жесткость воздействия на аппаратуру линейного ускорения ниже, чем жесткость вибрационного или ударного воздействия. В этом случае испытание аппаратуры на воздействие ли-

нейного ускорения допускается не проводить», а ее прочность и устойчивость к линейному ускорению считают обеспеченными, если получены положительные результаты испытаний на воздействие вибрации или ударов в зависимости от того, какое из приведенных выше условий выполняется.

В.3 Сравнительная оценка степени жесткости ударного и вибрационного воздействия

При сравнении степени жесткости вибрационного и ударного воздействий возможны два варианта:

- вариант 1 - максимальный спектр реакции КА на ударное воздействие не превосходит максимального спектра реакции на вибрационное воздействие на уровне 3σ , т. е. выполняется условие

$$G(f) \leq A(f). \quad (B.8)$$

В этом случае жесткость ударного воздействия ниже жесткости вибрационного воздействия. При этом испытание аппаратуры на ударные воздействия допускается не проводить, а ее прочность и устойчивость к ударным воздействиям считается обеспеченной, если получены положительные результаты испытаний на вибрацию;

- вариант 2 - спектр реакции КА на ударное воздействие на отдельных или на всех частотах превышает спектр реакции на вибрационное воздействие, т. е.

$$G(f_i) > A(f_i), \quad (B.9)$$

где f_i частота, на которой наблюдается превышение.

В этом случае сравниваются накопленные усталостные повреждения при вибрационном и ударных воздействиях.

Можно предположить, что даже если спектр реакции при вибрации ниже спектра реакции при ударах, эквивалентный потенциал повреждений, связанных с вибрацией, может быть выше потенциала, ожидаемого при испытании на удар, за счет того, что общее число циклов нагружения на уровне $> 3\sigma$ при вибрационном испытании значительно больше, чем число циклов нагружений при испытаниях на удар.

Подобное предположение справедливо, если при вибрационных и ударных воздействиях напряжения, возникающие в конструкции, не превышают предела упругости материалов испытываемой конструкции.

Учитывая, что при конструировании аппаратуры вводится запас прочности, не менее чем в 3 раза превышающий расчетные нагрузки, фактический предел упругости материалов будет также не менее чем в 3 раза выше по сравнению с напряжениями, возникающими при воздействии пиков вибрационного ускорения на уровне 3σ . Поэтому применение гипотезы Майнера о линейном накоплении усталостных повреждений при сравнении ударных и вибрационных нагрузок при испытаниях допустимо в пределах

$$A(f) < G(f) \leq 3A(f). \quad (B.10)$$

Если накопленные усталостные повреждения при вибрационном воздействии будут больше повреждений при ударах (хотя спектр удара выше спектра вибрации), испытания аппаратуры на воздействие ударов допускается не проводить. Прочность и устойчивость аппаратуры к ударным воздействиям считается обеспеченной, если получены положительные результаты испытаний на вибрацию.

Алгоритм сравнения потенциалов усталостных повреждений при вибрационных и ударных воздействиях заключается в следующем.

На частотах, на которых спектр удара выше спектра вибрации, сравниваются потенциалы накопленных усталостных повреждений. Поскольку отклик на возбуждение ударом является затухающей функцией, только первое колебание отклика будет достигать предельной максимальной амплитуды. Для относительно низкой величины добротности ($Q =$

10) последующие колебания отклика будут существенно ниже амплитуды первого цикла (амплитуда второго, третьего и четвертого колебаний будут составлять соответственно 0,73; 0,53 и 0,5 от амплитуды первого цикла). Следовательно, при сравнении можно использовать только один первый цикл отклика на ударное воздействие. Таким образом, число циклов нагружения при ударных воздействиях принимается равным числу ударов по каждой оси.

Число циклов нагружения при вибрационном воздействии определяется для каждой центральной частоты 1/3 октавной полосы, где спектр удара $G(f)$ превышает спектр вибрации $A(f)$ (но не более чем в три раза) из соотношения

$$N_1 = 0,00271 f T, \quad (B.11)$$

где f - центральная частота 1/3 октавной полосы;

T — время действия вибрации, с.

Коэффициент 0,00271 учитывает вероятность нахождения амплитуды вибрационного ускорения выше уровня 3σ .

Далее для каждой частоты f_i , для которой проводится сравнение жесткости испытаний на вибрацию и удар, определяются отношения

$$[G(f_i) / A(f_i)]^6 \text{ и } N_{i1} / N_2 \quad (B.12)$$

где N_1 — число циклов нагружения при вибрационном воздействии;

N_2 — число циклов нагружения при ударах, равное количеству ударов.

Если $N_1 / N_2 < [G(f) / A(f)]^6$, то жесткость вибрационного воздействия на данной частоте выше, чем жесткость ударного воздействия. Если указанное неравенство выполняется для всех частот, на которых $G(f) > A(f)$, испытания на удар допускается не проводить.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ ЧАСТОТ КОНСТРУКЦИИ
АППАРАТУРЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЛУЧАЙНОЙ ВИБРАЦИИ**

Г. 1 Испытание проводят для определения значений резонансных частот конструкции аппаратуры. Г.2 Испытание рекомендуется проводить на этапах конструкторской обработки и предварительных испытаний опытных образцов аппаратуры.

Г.3 Разработчик устанавливает состояние аппаратуры (рабочее, нерабочее) и указывает его в ПИ.

Г.4 Испытываемую аппаратуру жестко закрепляют на платформе стенда или на крепёжном приспособлении с использованием штатных узлов крепления.

Г.5 Амплитудно-частотную характеристику $|H(f)|$ вычисляют по формуле

$$H(f)^2 = \frac{S_{и}(f)}{S_{к}(f)}$$

где $S_{и}(f)$ — спектральная плотность ускорения в исследуемой точке конструкции аппаратуры;

$S_{к}(f)$ — спектральная плотность ускорения случайной вибрации, воспроизводимая в контрольной точке.

Г.6 Испытание проводят при задании в точках крепления аппаратуры случайной вибрации, характеризующейся равномерной спектральной плотностью ускорения $S_x(f) = \text{const}$ во всем нормированном диапазоне частот.

Для аппаратуры самолетов значение $S_x(f)$ принимают равным максимальному нормированному значению $S_3(f)$ для режима полета.

Для аппаратуры вертолетов значение $S_x(f)$ принимают равным максимальному нормированному значению $S_3(f)$ широкополосной случайной вибрации.

Испытание проводят при последовательном воспроизведении трех уровней:

$$S_x(f) = 1,0 S_3(f); \quad S_x(f) = 0,5 S_3(f); \quad S_x(f) = 1,0 S_3(f);$$

что позволяет выявлять нелинейные свойства аппаратуры.

В отдельных случаях, особенно при исследовании резонансов элементов конструкции аппаратуры, допускается задавать случайную вибрацию с равномерной спектральной плотностью в отдельных поддиапазонах нормированного диапазона частот.

Г.7 Результаты испытания должны быть представлены в виде графиков амплитудно-частотных характеристик конструкции аппаратуры $|H(f)|$ в исследуемых точках с отмеченными на графиках значениями резонансных частот и включены в протокол испытаний.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДОПУСТИМОСТИ РЕЗОНАНСНЫХ КОЛЕБАНИЙ АППАРАТУРЫ ГРУПП 2.1, 2.3 ИЛИ ЕЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д.1 Расчетно-экспериментальный метод оценке допустимости резонансных колебаний аппаратуры

Определяют коэффициент динамического усиления колебаний на резонансе K_d под которым понимают отношение амплитуды колебаний элемента, находящегося в резонансе, к амплитуде колебаний фундамента в точках крепления аппаратуры (при кинематическом возбуждении).

Проверяют выполнение условия

$$K_d \leq \frac{B}{f_p^2}, \quad (Д.1)$$

где B - коэффициент, значения которого приведены в таблице Д.1;

f_p - собственная частота колебаний аппаратуры или ее элементов, полученная экспериментальным или расчетным путем, в диапазоне ходовой вибрации, Гц.

При выполнении указанного условия проводят проверку на отсутствие жестких соударений колеблющихся элементов (перемещения должны быть меньше зазоров) при амплитуде колебаний фундамента в точках крепления аппаратуры или платформ вибростенда, равной $0,7 A_p$.

Соударения допускаются для аппаратуры, между элементами которой имеются зазоры, обусловленные ее специфическими особенностями, или если для отдельных элементов предусмотрены ограничители амплитуд колебаний.

Таблица Д.1

Объект, на который поставляется аппаратура	Диапазон частот, Гц	Коэффициент B
Подводные лодки, отсеки ППУ (невиброизолированная аппаратура)	От 1 до 5 включ.	280
	Св. 5 до 35 »	1250
Подводные лодки (кроме невиброизолированной аппаратуры в отсеках ППУ)	От 1 до 5 включ.	565
	Св. 5 до 35 »	2500
Надводные корабли, отсеки паропроизводящих установок	От 1 до 5 включ.	310
	Св. 5 до 35 »	750
Надводные корабли с числом оборотов гребных винтов $n \leq 300$ об/мин	От 1 до 5 включ.	210
	Св. 5 до 25 »	625
	» 25 до 35 »	1250
	» 35 до 60 »	-
Надводные корабли с числом оборотов гребных винтов $n > 300$ об/мин	От 1 до 10 включ.	150
	Св. 10 до 18 »	375
	» 18 до 32 »	1070
	» 32 до 60 »	-

Если коэффициент динамического усиления не удовлетворяет условиям (Д.1), а жесткие соударения отсутствуют, то необходимо расчетом либо испытанием всей аппаратуры или ее отдельных элементов подтвердить их вибропрочность при перегрузках в долях ускорения свободного падения, равных

$$\beta = \frac{A_p f_p^2 K_p}{250}, \quad (\text{Д.2})$$

Если имеются достоверные сведения об амплитуде ходовой вибрации A_x в месте установки аппаратуры, то при расчетной оценке допустимости резонансных колебаний по согласованию с заказчиком вместо значений A_p , приведенных в таблице 13 настоящего стандарта, можно использовать значение A_p^* , определяемое для диапазона частот ходовой вибрации первого порядка по формуле

$$A_p^* = 4,5A_x, \quad (\text{Д.3})$$

а для диапазона частот лопастного порядка - по формуле

$$A_p^* = 3,0A_x, \quad (\text{Д.4})$$

Коэффициент B в этих случаях вычисляют по формулам:

- для аппаратуры подводных лодок

$$B = \frac{250}{A_p^*}, \quad (\text{Д.5})$$

- для невиброизолированной аппаратуры ППУ подводных лодок

$$B = \frac{125}{A_p^*}, \quad (\text{Д.6})$$

- для оборудования надводных кораблей

$$B = \frac{375}{A_p^*}, \quad (\text{Д.7})$$

Д.2 Расчетный метод оценки допустимости резонансных колебаний аппаратуры

Определяют K_d на основании зависимости

$$K_d = \frac{\pi}{\delta}, \quad (\text{Д.8})$$

где δ - логарифмический декремент колебаний.

Для расчетной оценки прочности аппаратуры на резонансе K_d может приниматься равным значению соответствующего коэффициента, определенного в результате экспериментальных исследований, проведенных на конструкциях аппаратуры, изготовленной из аналогичных материалов и имеющей сходные массогабаритные характеристики, конструктивное исполнение и способы установки на объекте.

Коэффициент динамического усиления на резонансе аппаратуры или ее элементов, устанавливаемых на виброизоляторах, рекомендуемых к применению в судостроении, может быть вычислен по формуле

$$K_d = \frac{1}{a^*} \quad (\text{Д.9})$$

где a^* - коэффициент демпфированных колебаний, определяемый, как правило, при испытаниях виброизоляторов и указываемый в инструкциях по их применению.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(рекомендуемое)

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ
(УСТОЙЧИВОСТИ, ПРОЧНОСТИ) АППАРАТУРЫ
К ВОЗДЕЙСТВИЮ СЕЙСМИЧЕСКОГО УДАРА**

Е.1 При проведении испытаний определяют резонансные частоты конструкции испытываемой аппаратуры по каждой из трех координатных осей.

Е.2 Аппаратуру подвергают воздействию одного удара поочередно по каждому направлению с ускорением ($N \pm 1g$) и далее с последующим увеличением на 5g, где N — амплитуда сейсмоударного ускорения, выбираемая в зависимости от уровней требований ГОСТ РВ 20.39.305.

Длительность ударного импульса должна соответствовать значению, приведенному в ГОСТ РВ 20.39.305, и выбираться на основе данных о значениях резонансных частот конструкции.

Е.3 Очередность воздействия по каждому направлению определяется по принципу уменьшения резонансной частоты.

Е.4 После воздействия ударов по трем направлениям с каждым значением ускорения производят осмотр испытываемой аппаратуры.

Е.5 Испытания проводят до разрушения конструкции аппаратуры и/или до выхода функциональных параметров аппаратуры за пределы норм, установленных в ПИ и ТУ.

Е.6 Стойкость (устойчивость, прочность) аппаратуры определяется максимальным значением ускорения, при воздействии которого конструкция аппаратуры не разрушилась и/или функциональные параметры не вышли за пределы норм, установленные в ПИ и ТУ.

Е.7 При наличии аналога испытание аппаратуры на прочность не проводят, оценка соответствия заданным требованиям осуществляется по аналогу.

Е.8 Для выявления аналога используют критерий подобия оцениваемой конструкции и аналога по частоте собственных колебаний, по массе и линейным размерам, по технологическим особенностям, по условиям закрепления аппаратуры и компоновке комплектующих изделий.

Е.9 Если различия в значениях критериев подобия по собственным частотам не превышают 15 %: по расположению центра тяжести масс—0,1 Н, где Н—высота аналога; по линейным размерам— $4\delta^*$, где δ^* — максимальный упругий прогиб верхней части конструкции изделия; по предельным относительным деформациям материала закрепляющих устройств и площадям их рабочих сечений —30 %, то прочность к воздействию сейсмического удара оцениваемой аппаратуры не ниже ранее испытанного аналога.

Е.10 Оценку прочности технических систем к воздействию сейсмического удара проводят в следующем порядке:

- делят систему на группы однотипных изделий;
- из группы выбирают изделие (представитель);
- для этого изделия определяют критерий подобия;
- из условия выполнения критериев подобия выявляют аналог из оборудования, прошедшего испытания;
- определяют соответствие изделия выбранному аналогу;
- переносят прочность аналога к воздействию сейсмического удара на изделие и на каждую группу;
- прочность системы определяют по группе, имеющей наименьшую прочность к воздействию сейсмического удара.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

**МЕТОДИКА УСТАНОВЛЕНИЯ НОРМ ИСПЫТАНИЙ АППАРАТУРЫ КЛАССА 3
НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛИНЕЙНОГО (ПОСТОЯННОГО) УСКОРЕНИЯ**

Ж.1 Нормы испытаний аппаратуры класса 3 на воздействие линейного (постоянного) ускорения должны определяться на основе анализа тактико-технических характеристик того ЛА (группы ЛА), для которого предназначена аппаратура. Основой для назначения норм испытаний служат реальные значения перегрузок на конкретном ЛА, прежде всего в направлении полета.

В таблицах Ж. 1 и Ж.2 приведены нормы испытаний аппаратуры класса 3 для проверки ее устойчивости и конструктивной прочности соответственно. В таблицах предусмотрены различные варианты наличия исходной информации о скоростных качествах ЛА и пространственной ориентации аппаратуры на ЛА.

Ж.2 Для истребителей и штурмовиков величина ускорения, определяемая таблицами Ж.1 и Ж.2, относится к центру тяжести самолета. Для оборудования, удаленного от центра тяжести, дополнительно должны учитываться ускорения, создаваемые маневрами в виде вращения самолета вокруг продольной и поперечной осей и рысканием. Указанные нагрузки учитываются следующим образом.

Ж.2.1 Для аппаратуры, устанавливаемой в крыле

Ж.2.1.1 Нагрузки, действующие вверх и вниз, - N , (оси X, Y, Z по ГОСТ РВ 20.39304)

Нормы испытаний для проверки устойчивости и прочности равны значениям ускорения в направлении вверх и вниз, определенным по таблицам Ж.1 и Ж.2, плюс величина ускорения N , создаваемого вращением самолета вокруг продольной оси и определяемого из выражения:

$$N_y = 1,5 d_z \varphi_x / 9,81, \quad (\text{Ж1})$$

где d_z - расстояние в поперечном направлении от центра тяжести самолета до места установления аппаратуры, м;

φ_x - максимальное значение ускорения, создаваемого вращением самолета вокруг продольной оси, рад/с² (если значение φ_x неизвестно, то принимается равным 20 рад/с²).

Таблица Ж.1 — Значения ускорения для испытаний по оценке устойчивости аппаратуры

Тип ЛА	Предварительная информация		Ускорение в прямом направлении $A, g^*, **$	Значение ускорения, g					
	Ускорение	Ориентация аппаратуры на самолете		Вперед	Назад	Вверх	Вниз	Влево	Вправо
Самолеты	Известно	Известна	A	$1,0 A$	$3,0 A$	$4,5 A$	$1,5 A$	$2,0 A$	$2,0 A$
	Известно	Неизвестна	A	$4,5 A$					
	Неизвестно	Известна	2,0	$1,0 A$	$3,0 A$	$4,5 A$	$1,5 A$	$2,0 A$	$2,0 A$
	Неизвестно	Неизвестна	2,0	$4,5 A$					
Вертолеты	***	Известна	—	2,0	2,0	7,0	3,0	4,0	4,0
		Неизвестна	—	7,0					

* Для самолетов, базирующихся на авианосцы, значение A должно быть не меньше 4.

** Для истребителей и штурмовиков нормы испытаний назначаются с учетом Ж.2.

*** Для вертолетов ускорение в прямом направлении не имеет связи с ускорением в других направлениях

Таблица Ж. 2 — Значения ускорения для испытаний по оценке конструктивной прочности аппаратуры

Тип ЛА	Предварительная информация		Ускорение в прямом направлении $A, g^*, **$	Значение ускорения, g					
	Ускорение	Ориентация аппаратуры на самолете		Вперед	Назад	Вверх	Вниз	Влево	Вправо
Самолеты	Известно	Известна	A	1,5 A	4,5 A	6,75 A	2,25 A	3,0 A	3,0 A
	Известно	Неизвестна	A	6,75 A					
	Неизвестно	Известна	2,0	1,5 A	4,5 A	6,75 A	2,25 A	3,0 A	3,0 A
	Неизвестно	Неизвестна	2,0	6,75 A					
Вертолеты	***	Известна	—	4,0	4,0	10,5	4,5	6,0	6,0
		Неизвестна	—	10,5					

* Для самолетов, базирующихся на авианосцы, значение A должно быть не меньше 4.
 ** Для истребителей и штурмовиков нормы испытаний назначаются с учетом Ж.2.
 *** Для вертолетов ускорение в прямом направлении не имеет связи с ускорением в других направлениях

ГОСТ РВ 20.57.305-98

Ж.2.1.2 Нагрузки, действующие влево и вправо, — N_z .

Нормы испытаний определяются по таблицам Ж.1 и Ж.2 и по соотношениям:

$$N'_z = 1,5d_z \Phi_x^2 / 9,81;$$

$$N''_z = 1,5d_z \Phi_y^2 / 9,81 \quad (\text{Ж.2})$$

где Φ_x - максимальное значение скорости, создаваемой вращением самолета вокруг продольной оси, рад/с (если значение Φ_x неизвестно, то принимается равным 5 рад/с);

Φ_y - максимальное значение ускорения, создаваемого вращением самолета вокруг вертикальной оси, рад/с² (если значение Φ_y неизвестно, то принимается равным 3 рад/с²).

В качестве расчетной величины ускорения принимают большее из значений N'_z или N''_z .

Нормы испытаний по оценке устойчивости равны большему из значений, определяемых по таблице Ж.1 и выражениям (Ж.2), а для испытаний на прочность конструкции — большему из значений, определяемых по таблице Ж.2 и выражениям (Ж.2).

Ж.2.2 Для аппаратуры, устанавливаемой в фюзеляже самолета

Ж.2.2.1 Нагрузки, действующие вверх и вниз, — N_y

Нормы испытаний по оценке устойчивости и прочности равны значениям ускорений, определяемым по таблицам Ж.1 и Ж.2, плюс величина ускорения N_y , определяемого из соотношения:

$$N_y = d_x \varphi_z / 9,81, \quad (\text{Ж.3})$$

где d_x - расстояние в прямом (+X) или обратном (—X) направлении от центра тяжести до места установки аппаратуры, м;

φ_z - максимальное значение ускорения, создаваемого вращением самолета вокруг поперечной оси, рад/с² (если значение φ неизвестно, то принимается равным 5 рад/с²).

Ж.2.2.2 Нагрузки, действующие вперед и назад, — N_x

Нормы испытаний определяются по таблицам Ж.1 и Ж.2 и из соотношения:

$$N_x = 1,5 d_x \Phi_{z(y)}^2 / 9,81 \quad (\text{Ж.4})$$

где d_x - расстояние в продольном направлении от центра тяжести самолета до места установки аппаратуры, м;

$\Phi_{z(y)}$, - максимальное из значений скоростей, создаваемых вращением самолета вокруг поперечной или вертикальной осей, рад/с (если значение $\Phi_{z(y)}$ неизвестно, то принимается равным 4 рад/с).

В качестве испытаний по оценке устойчивости выбирается большее из значений, полученных из таблицы Ж.1 и выражения (Ж.4), а для испытаний на прочность конструкции — большее из значений, определяемых по таблице Ж.2 и выражению (Ж.4).

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(справочное)

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] РД В 319.01.13-98 Аппаратура военного назначения. Оценка эффективности метрологического обеспечения

[2] РД В 319.01.15-98 Аппаратура военного назначения. Типовые методики ускоренных испытаний на сохраняемость

УДК 658.562 : [623.482.018+623.6.018] : 620.193.1 ОКС 95.020 009 ОКСТУ 0020

Ключевые слова: аппаратура, методы испытаний, механические факторы, испытание на стойкость, испытание на устойчивость, испытание на прочность

Редактор *И. И. Зайончковская* Технический редактор
В. Н. Прусакова Корректор
О. Я. Чернецова Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Изд. лиц. № 02*1007 от 10.08.95. Сдано в набор 24.08.98. Подписано в печать 29.09.98.
Усл. печ. л. 6,05 Уч.-изд. л. 6,03 Тираж 70 экз. С 1158 Зак. 35 ДСП.

И ПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14. Набрано в Калужской типографии стандартов на ПЭВМ. Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. ПЛР № 040138