



Единые нормы внешнего воздействия на микроспутниковую платформу ТаблетСат

Версия 1.3

Дата:03.05.2013

А. Попов

Москва 2013

Лист изменений

Версия	Дата	Автор	Лист изменений	Примечания
0.99	5.12.2012	Попов	Исходная версия	нет
1.0	18.12.2012	Попов	Данные переработаны на основе данных о дополнительных РН	Добавлена информация по: РН «LM-3A», РН «Vega», РН «Циклон-4» РН
1.1	25.12.2012	Попов	Дополнены таблицы на основании данных о новых РН	Добавлена информация по: РН «Zenit-3SL», РН «Antares», РН «Taurus», РН
1.2	09.01.2013	Попов	Исправлена таблица, стр. 7	Раскрыто значение знака * Пересчитаны длительности
1.3	03.05.2013	Попов		Уточнены длительности воздействий

Внимание!

Самая свежая версия данной Спецификации находится на сайте компании СПУТНИКС по адресу: <http://www.sputnix.ru>

Оглавление

Введение	4
2. Квазистатическая нагрузка.....	5
2.1. На земле во время транспортировки	5
2.2. В полёте.....	5
3. Синусоидальная вибрация.....	6
3.1. На земле во время транспортировки	6
Таблица 3	6
3.2. В полёте.....	6
4. Случайные вибрации	7
4.1. В полёте.....	7
5. Акустическая нагрузка	8
5.1. На земле во время транспортировки	8
5.2. В полёте.....	8
6. Ударная нагрузка.....	9
6.1. В полёте.....	9
7. Давление среды в зоне размещения КА.....	9

Введение

Данный перечень расчётных случаев включает в себя все необходимые характеристики каждого случая. Этот перечень составлен на основе требований к КА выводимым на орбиту при помощи РН «Днепр», РН «Союз», РН «LM-3A», РН «Vega», РН «Циклон-4», РН «Рокот», РН «Zenit-3SL», РН «Antares», РН «Taurus», РН «Pegasus» и РН «Falcon 9» по соответствующим руководствам пользователя носителей. Выбранные расчётные случаи являются худшими из рассмотренных по отношению к прочности КА. Таким образом, множество рассмотренных случаев включает в себя все остальные для рассмотренных носителей и КА удовлетворяющий всем указанным условиям может быть запущен на любом входящем в список носителя без дополнительных проверок.

1. Коэффициенты безопасности

Перед допуском космического аппарата к полёту на ракете-носителе (РН), Заказчику необходимо подтвердить работоспособность конструкции во время и после приложения полётных и транспортных нагрузок от РН. Для этого необходимо предоставить расчёты, подтверждающие это, а также пройти согласованные с Поставщиком услуг запуска испытания конструкции.

Значения коэффициентов безопасности при соответствующем типе и этапе испытаний представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Испытания	Квалификационные испытания		Предполётный образец		Полётный образец	
	Коэффициент безопасности	Длительность/частота	Коэффициент безопасности	Длительность/частота	Коэффициент безопасности	Длительность/частота
Квазистатическая нагрузка	1,3	700 с	1,3	350 с	1,1	350 с
Синусоидальные вибрации	1,3	По таблице 3	1,3	50% от номинальной длительности	1,1	50% от номинальной длительности

Акустические нагрузки	1,41 (или +3 дБ)	120 с	1,41 (или +3 дБ)	60 с	1,1	60 с
Ударные нагрузки	1,3	2 удара	1,3	2 удара	1,1	1 удар

В процессе квалификационных испытаний планируется подтвердить:

- удобство выполнения операций с КА, проводимых в эксплуатируемой организации, в том числе по безударной стыковке с РН;
- достаточность конструктивных мер по защите КА от повреждений;
- вибрационную прочность в местах крепления КА на нагрузки, действующие при старте и в полете РН;
- работоспособность систем разделения после воздействия вибрационных нагрузок;
- полноту разделения стыков КА с адаптерами;
- требуемые параметры движения отделяемых КА, а также измерить ударные нагрузки, возникающие при срабатывании пиротехнических средств устройств стыковки КА.

2. Квазистатическая нагрузка

2.1. На земле во время транспортировки

Величины нагрузок перекрываются величинами полётных нагрузок.

2.2. В полёте

Таблица 2

Случай эксплуатации	Перегрузка, g	
	Продольная (X)	Поперечная (Y, Z)
Старт	3,6±0,7	±2,5
Полет 1 ступени:	8,6 (10) ±0,5	-0,5... 1,0
Полет 2 ступени	7,8±0,5	±0,8
Полет 3 ступени	-0,5...+3,4	±0,7

- поперечные перегрузки могут действовать в любом направлении одновременно с осевыми перегрузками;
- гравитационные перегрузки включены;
- динамические перегрузки снабжены символом "±";
- Значение в скобках относится к РН Taurus и Pegasus

Длительность воздействия по каждой оси на каждом этапе полёта не более: 700 с.

3. Синусоидальная вибрация

3.1. На земле во время транспортировки

Таблица 3

Частотный диапазон (Гц)	Амплитуда перегрузки (g)		
	Продольная (X)	Ось Y	Ось Z
1 – 2	—	0,06	0,05
2 – 5	—	0,1	0,05
5 – 10	0,3	0,1	0,05
10 – 20	—	0,18	0,1
20 – 30	—	0,05	0,1
30 – 60	—	—	—

3.2. В полёте

Первый тон поперечных колебаний: >15 Гц

Первый тон продольных колебаний: >35 Гц

Таблица 4

Частотный диапазон (Гц)	Амплитуда перегрузки (g)			
	Продольная (X)	Длительность, с	Поперечная (Y, Z)	Длительность, с
1 – 2	0,5	10	0,5	100
2 – 5	0,5	10	0,8	100
5 – 10	0,8-1,2	10	0,8	100
10 – 20	1,2	100	1,0	100
20 – 30	1,2-0,8	150	0,8	150

30 – 45	0,8 (3,5)	225	0,7	225
45 – 60	1,0 (3,5)	300	0,6	300
60-100	1,0 (3,5)	500	0,6	500

- Значение в скобках относится к РН Taurus

4. Случайные вибрации

4.1. В полёте

Таблица 5

Поддиапазоны частот, Гц	Спектральная плотность, $g^2/Гц$
20-40	0,01
40-80	0,01
80-160	0,01-0,04
160-320	0,04
320-640	0,04
640-1280	0,04-0,017
1280-2000	0,017-0,01
Среднеквадратическое значение, σ, g	7,5
Длительность, с	831

Возможно замена на испытания при синусоидальной нагрузке:

Таблица 6

Поддиапазоны частот, Гц	Спектральная плотность, $g^2/Гц$	Длительность, с
20-160	0,3..3,2	120
160-800	3,2..4,2	120
800-2000	4,2..2,8	60

5. Акустическая нагрузка

5.1. На земле во время транспортировки

Уровни шума в процессе транспортировки не превышают 95 Дб.

5.2. В полёте

Таблица 7

Среднегеометрическая частота октавной полосы частот, Гц	Уровень звукового давления, дБ
31,5	128
63	132
125	135
250	138
500	133
1000	129
2000	128
4000	127
8000	122
10000	110
Интегральный уровень звукового давления, дБ	142
Длительность, с	40

6. Ударная нагрузка

6.1. В полёте

Время действия удара – 0,1 с, добротность системы Q=10

Таблица 8

Случай нагружения	Полосы частот, Гц								Количество воздействий
	30-50	50-100	100-200	200-500	500-1000	1000-2000	2000-5000	5000-10000	
	Значения спектра удара, g								
Отделение обтекателя, 3-ей ступени и соседних КА	5 - 10	10-50	50-100	100-350	350-1000	1000	1000	-	От 1 до N* (В среднем не более 10)
Отделение КА	5-10	10-60	60-100	100-421	421-1400	1400-3500	3500-4147	4147-4550	1

Примечание: * - количество воздействий определяется комплектацией космической головной части.

7. Давление среды в зоне размещения КА

Максимальная скорость изменения давления в объеме зоны КА в полете не превышает 6,9 кПа/с, за исключением участка перехода через область трансзвукового движения, где