

УДК 006:656

Д.І. Мусієнко

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИМОГ СТАНДАРТІВ ГОСТ 14254-96, ГОСТ 16019-78 ТА MIL-STD-810 ЩОДО СТІЙКОСТІ АПАРАТУРИ СУХОДІЛЬНОЇ РУХОМОЇ СЛУЖБИ ДО ДІЇ ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ<sup>1</sup>

*На цей час на ринку телекомунікаційного обладнання значна його частка закордонного виробництва. У більшості випадків це обладнання сертифіковане на відповідність міжнародних стандартів, які не прийняті в Україні, і кінцевому споживачу важко оцінити, наскільки те чи інше обладнання відповідає вимогам вітчизняних стандартів. У статті викладено результати аналізу вітчизняних та закордонних стандартів, що стосуються випробувань апаратури суходільної рухомої служби на стійкість до дії зовнішніх чинників.*

**Ключові слова:** стандарт, випробування, стійкість.

*В настоящее время на рынке телекоммуникационного оборудования значительна его доля зарубежного производства. В большинстве случаев это оборудование сертифицировано на соответствие международным стандартам, которые не приняты в Украине, и конечному потребителю трудно оценить, насколько то или иное оборудование соответствует требованиям отечественных стандартов. В статье изложены результаты анализа отечественных и зарубежных стандартов, касающихся испытаний аппаратуры суходольной подвижной службы на устойчивость к воздействию внешних факторов.*

**Ключевые слова:** стандарт, испытания, устойчивость.

*Currently, at the market of the telecommunication equipment its share of foreign production is considerable. In most cases, this equipment is certified in accordance with international standards which are accepted in Ukraine and for the final consumer it is difficult to assess whether an equipment meets the requirements of national standards. Paper presents the results of the analysis of domestic and foreign standards on testing equipment of terrestrial mobile service for the resistance to external factors.*

**Keywords:** standard, testing, stability.

### 10. Випробування виробу на стійкість до впливу пилу

Цей метод випробувань має дві мети. Перша – випробування на вплив дрібних часток (пил, дрібний пісок), що використовується для визначення здатності устаткування протистояти впливу часток пилу, які можуть проникати в тріщини, щілини, підшипники, з'єднання тощо. Друга мета – випробування піщаною бурою, яке допомагає визначити: чи буде збережена матеріальна частина і можливість керування виробом у таких умовах, чи не буде при цьому деградації елементної бази, зниження надійності і робочих параметрів.

<sup>1</sup> Продовження. Початок в ССТ № 1, 3/2016.

*Вплив.* Присутність піску і пилу в повітряному навколишньому середовищі найчастіше зустрічається в спекотних і сухих регіонах Землі, хоча такі умови сезонно зустрічаються і в інших областях. Цей фактор необхідно враховувати при розгортанні та інсталяції устаткування.

Деякі приклади проблем, які виникають у результаті впливу піску і пилу на матеріальні частини апаратури:

- тертя та ерозія поверхонь;
- просочування через ущільнення;
- деградація електричних схем;
- засмічення отворів та фільтрів;
- фізичне втручання, пов'язане з відділенням (відшаруванням) різних частин;
- забруднення рухомих частин;
- екзотермічна реакція часток глини (з окисом алюмінію) при високих температурах, що може викликати високотемпературну корозію і привести до утворення надзвичайно твердих ерозійних часток.

#### *Аналіз параметрів випробувань*

Згідно з чинними будівельними стандартами питома вага насипної щільності сухого піску складає близько 1400 кг/м<sup>3</sup>. Для об'єму 1 м<sup>3</sup> випробувальної камери 0,1 % від об'єму для піску з пилом маса складе близько 1,3–1,5 кг. За пунктами випробувань стандарту ГОСТ 16019–78 концентрація пило-піщаної суміші буде складати 1400 г/м<sup>3</sup>.

Викладемо узагальнені дані в таблицю 8.

Таблиця 8

Параметри випробувань на дію пилу

Параметр випробування	MIL-810 (методи)			ГОСТ 16019 – 78	ГОСТ 14254-96	
	510.1	510.2; для 510.3 (тільки процедура 1)				510.4
		Процед. I з пилом	Процед. II з піском			
Обдування	+23 °С 22 % 8,89 м/с ± 1,27 м/с 8,1 гр/м <sup>3</sup> ± 5,4 гр/м <sup>3</sup> 6 год	+23 °С 30 % 8,89 м/с ± 1,27 м/с 10,6 ± 7 г/м <sup>3</sup> 6 год	+23 °С 30 % 8,89 м/с ± 1,27 м/с 10,6 ± 7 г/м <sup>3</sup> Обдування по 90 хвилин кожної сторони	+23 °С 30 % 8,89 м/с ± 1,27 м/с 10,6 ± 7 г/м <sup>3</sup> 6 год Обдування кожної сторони	+25 °С 45-80 % 10 м/с 1400 г/м <sup>3</sup> 1 год (Обдування сумішшю піску та пилу)	+25 °С 45-80 % 2000 г/м <sup>3</sup> 2 год
Витримка	+63 °С 22 % 1,5 м/с ± 0,1 м/с Без пилу 16 год	+23 °С 30 % Без пилу 7 год	+23 °С 30 % Без пилу 7 год	Максимально можлива температура 22 % 1,5 м/с ± 0,1 м/с Без пилу 1 год		
Обдування	+63 °С 8,89 м/с ± 1,27 м/с 8,1 гр/м <sup>3</sup> ± 5,4 гр/м <sup>3</sup> 6 год	+23 °С 30 % 8,89 м/с ± 1,27 м/с 10,6 ± 7 г/м <sup>3</sup> 6 год		+23 °С 30 % 8,89 м/с ± 1,27 м/с 10,6 ± 7 г/м <sup>3</sup> 6 год Обдування кожної сторони		

Найбільш жорсткі умови випробувань із розглянутих стандартів – за пунктами стандарту ГОСТ 16019–78 за сукупними характеристиками: швидкістю потоку та концентрацією пило-піщаної суміші. Стандарт МІЛ–810 за концентрацією пилу має нижчі характеристики більш ніж у 100 разів. Ймовірно за все цей недолік компенсується сукупним часом випробувань, який більший у 12 разів (12 годин) у порівнянні з часом випробувань за пунктами стандарту ГОСТ 16019–78 (1 година). Крім цього, варто зазначити, що методом 510.4 передбачено обдування кожної сторони обладнання, що значно підвищує ефективність випробувань.

Відповідно до ГОСТ 14254–96 випробування апаратури на стійкість до пилу проводиться в камері спеціальної конструкції. У камері створюється не потік пило-піщаної суміші (вітер), на відміну від умов випробувань за стандартами ГОСТ 16019–78 та МІЛ–810, а суспензія пилу в повітрі, яка підтримується впродовж всього часу випробувань. На нашу думку, такий режим випробувань є найбільш шадний до апаратури. Можна стверджувати, що рівням захисту стандартів МІЛ–810 та ГОСТ 16019–78, що розглядаються, відповідає рівень ІР 5Х стандарту ГОСТ 14254–96.

### 11. Випробування виробу на стійкість до впливу вібрації

Вібраційні випробування проводяться з метою визначення здатності устаткування протистояти дії очікуваних операційних динамічних навантажень під час перевезень і експлуатації (терміну служби).

*Вплив вібрації.* Вібрація може викликати:

- обрив проводів;
- ослаблення кріплення;
- переривання електричних контактів;
- торкання і закорочування електричних частин;
- деформування ізоляції;
- створення напруги від стомленості частин обладнання;
- розтріскування і розрив;
- ослаблення з'єднань окремих елементів або частин, які в результаті цього можуть утворити замикання в електричній схемі або призвести до виходу з ладу механізму;
- інтенсивні електричні перешкоди.

*Аналіз параметрів випробувань*

Викладемо узагальнені дані в таблицю 9.

Таблиця 9

Параметри випробувань на дію вібрації

Параметр випробування	МІЛ–810 (методи)				ГОСТ 16019–78
	514.2 Методика VIII	514.3	514.4	514.5	Випробування на міцність (п.1; табл. 1)*
Цикл	5-500 Гц 500-5 Гц	5-200 Гц	5-500 Гц	20-2000 Гц	20 Гц
Час циклу	15 хв	1 година	1 година	1 година	30 хв
Кількість циклів	12 циклів на кожну вісь, всього 9 годин	3 цикли на кожну вісь, всього 3 години	3 цикли на кожну вісь, всього 3 години	3 цикли на кожну вісь, всього 3 години	1

	Методика X				Випробування на стійкість (п.3; табл. 1)
Цикл	5-500 Гц 500-5 Гц				10-70 Гц
Час циклу	12 хв				4-12 хв
Кількість циклів	7 циклів на кожну вісь, всього 4,2 години				3 цикла на кожну вісь, всього 12-36 хв
					Випробування на міцність (п. 12; табл. 1)
Цикл (фіксовані частоти (Гц/год))					10/1,5; 20/4,5; 30/3,5; 40/3,0; 50/2,0; 60/0,75; 70/0,75
Час циклу					Максимальний час циклу, 16 годин
Кількість циклів					3 цикла на кожну вісь

Найбільш жорсткими випробуваннями за часом є випробування на міцність за п. 12 таблиці 1 стандарту ГОСТ 16019–78 при проведенні випробувань на всіх частотах. Однак варто зазначити, що випробування за методикою VIII методу 514.2 стандарту MIL–810 є більш ефективними з таких причин: верхня частота вібрації 500 Гц, що перевищує верхню частоту вібрації, зазначену в стандарті ГОСТ 16019–78, більш ніж у 7 разів (70 Гц). Зміна частот у стандарті MIL–810 плавна, а не фіксована як у ГОСТ 16019–78, що дозволить ефективно знайти резонанси в обладнанні.

Тенденція розвитку радіоелектроніки тяжіє до мікрокомпонентів з частотами вібрації, що знаходяться в високочастотному спектрі звукового діапазону. Тобто випробування за пунктами ГОСТ 16019–78 з верхньою частотою вібрації 70 Гц не буде ефективним та повним порівняно з частотою 2000 Гц, як це передбачено в методі 514.5 стандарту MIL–810.

Варто зазначити, що в стандарті ГОСТ 16019–2001 у таблиці характеристик та значень діючих механічних та кліматичних факторів діапазон частот вібрацій розширено до 100 Гц, а час обмежено до 90 хв (по 30 хв на кожну вісь). Однак у новому релізі стандарту MIL–810G розглядаються частоти впливу на апаратуру аж до 4 000 Гц, що належить вже до дії шуму на апаратуру, а не вібрації.

З метою проведення ефективних випробувань щодо стійкості апаратури до дії синусоїдальних коливань значення верхньої частоти вібрації, якій піддається апаратура, повинне бути підвищене, як мінімум до 2 000 Гц, а зміна частот впливу має бути плавною, як це визначено в стандарті MIL–810.

## 12. Випробування виробу на стійкість до впливу удару

Випробування на удар проводяться для підтвердження того, що матеріал виробу може протистояти дії відносно не часто повторюваних, неоднакових ударів або ударно збуджених і загасаючих вібрацій, що відбуваються при технічному обслуговуванні, транспортуванні і використанні апаратури. Випробування на удар також використовуються для визначення міцності зразка, щоб визначити вимоги до упаковки, а також для визначення міцності елементів кріплення апаратури в аварійних умовах.

*Вплив зовнішніх факторів.* При дії на зразок ударів у його конструкції збуджуються як власні резонансні частоти, так і змушені коливання. Такі збуджені коливання можуть призвести до:

- відмови через зростання або зменшення тертя, опору або через небажану взаємодію частин зразка;
- зміни електричної міцності, втрати опору ізоляції, зміни сили електричних і магнітних полів;
- залишкової деформація через надмірні напруги в конструкції;
- більш швидкого руйнування матеріалів (низькочастотна втома).

#### **Аналіз параметрів випробувань**

*Випробування на дію удару включають в декілька видів випробувань, а саме:* стандарт MIL-810:

- експлуатаційний удар;
- вільне падіння;

стандарт ГОСТ 16019-78:

- випробування на стійкість при дії механічного удару;
- стійкість при транспортуванні в упакованому вигляді;
- випробування на міцність при дії механічних ударів багатократної дії;
- випробування на міцність при падінні.

Порівняльними параметрами є експлуатаційний удар в MIL-810 та випробування на стійкість при дії механічних ударів, див. таблицю 10.

Таблиця 10

**Параметри випробування при експлуатаційному (механічному) ударі**

Параметр випробування	MIL-810 (методи)			ГОСТ 16019-78
	516.2	516.3; 516.4 Процедура I	516.5 Процедура I	*Процедура за п. 4 таб. 1
Тривалість ударного імпульсу, мс	11	6-9	15-23	5-10
Пікове ударне прискорення, g	Для увімкненої –20, для вимкненої – 40	40	40	10-15
Кількість ударів	3 удари по кожній поверхні, всього 18	3 удари по кожній поверхні, всього 18	3 удари по кожній поверхні, всього 18	20 ударів по трьох осях, всього 60

Як видно з таблиці 10 у процедурі I за методами 516.3; 516.4; 516.5 та для вимкненого стану апаратури за методом 516.2 стандарту MIL-810 для випробувань визначено найбільше прискорення 40 g. Для таких же випробувань у стандарті ГОСТ 16019-78 заявляється тільки 10-15 g, що нижче на 62-75 %, що є досить суттєвим. Однак, ураховуючи те, що в стандарті ГОСТ 16019-78 передбачено 60 ударів, а в MIL-810 – всього 18 (на 70 % менше), можна вважати що випробування в цілому рівнозначні.

При порівнянні параметрів випробувань виробу на вільне падіння необхідно зробити поправку на те, що стандартом ГОСТ 16019-78 передбачено проведення цього випробування для радіостанцій масою до 5 кг і понад 5 кг; тоді як у стандарті MIL-810 передбачено проведення цього випробування взагалі для будь-

якої апаратури масою до 45 кг та вище (не наведено) і в транспортному упакованні (див. таблицю 11).

Таблиця 11

Параметри випробування при вільному падінні

Параметр випробування	MIL-810 (процедура IV, методів 516.3; 516.4; 516.5)	ГОСТ 16019-78* (процедура за п.14 таб. 1)	
		до 5	понад 5
Маса апаратури, кг	до 45	до 5	понад 5
Висота падіння, см	122	50-75	50
Кількість падінь	26	11	11

Тому якісь порівняння не будуть коректними. Однак варто зазначити, що в ГОСТ 16019-78 передбачено ще два випробування за пп. 13 та 11 – випробування при експлуатаційному ударі, тобто удари, яким безпосередньо піддається апаратура в процесі строку служби, і орієнтуватись варто саме на ці показники.

Для порівняння наведемо дані, що стосуються пункту механічних ударів при експлуатації апаратури за релізом ГОСТ 16019-2001: тривалість ударного імпульсу 6–16 мс; пікове ударне прискорення 10–25 g; кількість ударів у кожному напрямку – 1 000. З цього можна зробити висновок, що сучасні вимоги (1978 та 2001 роки) щодо стійкості апаратури на дію експлуатаційного удару стали ще більш жорсткими.

#### Висновки

У більшості випадків випробування на одні й ті ж зовнішні фактори впливу в стандартах, що розглядалися, мають певні відмінності. Тому важливо мати достовірні відомості щодо сертифікації обладнання на певні процедури окремих пунктів стандарту.

Загалом можна стверджувати, що випробування радіоапаратури суходільної рухомої служби за методами стандарту MIL-810 є більш жорсткими в порівнянні з пунктами стандарту ГОСТ 16019-78, що пов'язано з її використанням у різних кліматичних зонах: від тропічної до арктичної.

Важливою є правильна оцінка застосовується тих чи інших методів випробування обладнання відповідно до реальних умов використання або правильне екстраполювання результатів проведених лабораторних тестів (нечає значення, який стандарт буде використано).

Що стосується стандарту MIL-STD-810, варто зазначити, що ним не визначені конструкції та специфікації тестування, розглядаючи тільки перелік стресових середовищ, з якими обладнання стикається під час служби. Тобто стандарт MIL-STD-810 не дає гарантії, що прилади, які пройшли серію лабораторних випробувань, пройдуть і польові випробування.

Широке поширення стандарту відбулося з моменту публікації в 2000 році релізу F та пов'язано з підвищенням його “гнучкості”. Наприклад, тест 528 – Механічні вібрації суднового обладнання – проводиться саме для обладнання, призначеного для військово-морського флоту. У протилежному випадку це означає, що будь-який учасник комерційної діяльності може стверджувати про свій товар, що він “відповідає MIL-STD-810”, якщо він проходить хоча б частину таких випробувань. Це зовсім не означає, що він відповідає всім тестам цього стандарту.

До того ж випробування проводяться не однією акредитованою лабораторією, часто виробники проводять їх у внутрішніх або комерційних лабораторіях, що справедливо може викликати запитання, чи дійсно їх техніка відповідає стандарту і з яким набором тестів проводилися випробування. Виробники найчастіше не хочуть оприлюднювати подібну інформацію.

Прикладом цього може бути ринок “антивандальної” електроніки. Обладнання, що реалізуються на ньому, найчастіше стверджуються на відповідність 2-м стандартам MIL-STD-810 та стандарт проти проникнення води і пилу – IP (ступінь захисту оболонки). При цьому вже одна відповідність стандарту IP68 означає автоматичну відповідність ряду випробувань за стандартом MIL-STD-810G (тестів 506.5, 507.5, 509.5, 510.5, з високою часткою ймовірності 524 і ряду інших). Як приклад можна навести ряд корейських виробників мобільних телефонів, що позиціонують свою продукцію як “антивандальну” і протиударну, хоча, по суті, вона такою не є. І тим більше не входить у гарантійне обслуговування послуги з ремонту “битих” апаратів.

Відповідно до програми діяльності Кабінету Міністрів України, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 09.12.2014 № 695 та схваленої постановою Верховної Ради України від 11.12.2014 № 26-VIII, у 2015 році припинено дію на території України стандартів колишнього СРСР.

З метою виконання зобов'язань, які взяла на себе Україна у зв'язку з набуттям членства у Світовій організації торгівлі, та положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським союзом пріоритетним є прийняття міжнародних та європейських стандартів як національних стандартів з одночасним скасуванням конфліктних національних стандартів, зокрема ГОСТ, розроблених до 1992 р., а не розроблення власних національних стандартів, які можуть створювати зайві технічні бар'єри у торгівлі.

Не секрет, що значна частка телекомунікаційного обладнання, що використовується Національною поліцією України, закордонного виробництва. Переважно це обладнання сертифіковано на відповідність стандартам ЕС або США, тому для кінцевих користувачів, якими і є в цьому випадку практичні підрозділи Національної поліції України, важливо, щоб обладнання було надійним: умови зберігання та експлуатації, стійкість до дії тих чи інших чинників тощо. Здебільшого інформацію про це можна взяти із відомостей щодо сертифікації на ті чи інші пункти стандартів, тому матеріали, викладені в цій статті, дозволять не тільки створити уявлення про надійність у роботі обладнання, але й порівняти його характеристики в частині, що стосується стійкості до дії зовнішніх чинників, з аналогічним обладнанням іншого виробника.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сертифікація апаратури сухохідної рухомої служби щодо стійкості до дії зовнішніх чинників: посіб. / упоряд. М.Г. Вербенський, Т.О. Проценко, І.П. Катеринчук та ін. – К.: ДНДІ МВС України, Х.: Мачулін, 2015 – 238 с.
2. Радиостанции сухопутной подвижной службы. Требования по устойчивости к механическим и климатическим воздействиям и методы испытаний: ГОСТ 16019-78. – [Дата введения 1980.01.01]. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1980. – 24 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294836/4294836346.htm>.
3. Аппаратура сухопутной подвижной радиосвязи. Требования по стойкости к воздействию механических и климатических факторов и методы испытаний: ГОСТ 16019-2001. – [Дата введения 2002.01.01]. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и

сертификации, 2002. – 12 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293855/4293855473.htm>.

4. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (КОД IP): ГОСТ 14254-96. – [Дата введения 1997.01.01]. – Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 35 с. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://oskc.ru/wp-content/standart/14254-96.pdf>.

5. MIL-STD 810 (Military Standard). [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.radiant.su/rus/articles/?action=show&id=101>.

6. MIL-STD-810. Материал из Википедии – свободной энциклопедии. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MIL-STD-810>.

7. MIL-STD-810C; 10 March 1975; Military standard environmental test methods.

8. MIL-STD-810D; 19 July 1983; Military standard environmental test methods and engineering guidelines.

9. MIL-STD-810E; 01 September 1993; Military standard environmental test methods and engineering guidelines.

10. MIL-STD-810F; 1 January 2000; Department of defense test method standard for Environmental engineering considerations and laboratory tests. – 539 с.

11. MIL-STD-810G; 31 October 2008; Department of defense test method standard. Environmental engineering considerations and laboratory tests. – 804 с.

Отримано 24.02.2017

Рецензент Марченко О.С., к.т.н.