

УДК 621.317.3

Ю. С. НЕМЧЕНКО**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ В НИПКИ «МОЛНИЯ»
ИСПЫТАНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ
СОВМЕСТИМОСТЬ ПО СТАНДАРТАМ НАТО**

Детально розглянуто структури стандартів НАТО на EMC військової техніки АЕСТР-500 та АЕСТР-250. Складено детальні таблиці поширення тих або інших видів випробувань на окремі види військової техніки, а також проаналізовані можливості нашої випробувальної і метрологічної техніки (сьогоднішні і в найближчій перспективі) проводити випробування за стандартом АЕСТР-500. З цього аналізу видно, що на сьогодні ми можемо проводити випробування в повному об'ємі за 10-ма (з 15-ти) видами випробувань, а в найближчій перспективі ще за 3-ма видами. Два види випробувань на блискавкостійкість можемо виконувати вже сьогодні, а ще один - в найближчій перспективі. Для реалізації стандарту АЕСТР-250 потрібно великі фінансові витрати і тривалий час.

Ключові слова: випробування, електромагнітна сумісність, блискавкостійкість, об'єкти військової техніки, норми випробувань.

Подробно рассмотрены структуры стандартов НАТО на ЭМС военной техники АЕСТР-500 и АЕСТР-250. Составлены подробные таблицы распространения тех или иных видов испытаний на отдельные виды военной техники, а также проанализированы возможности нашей испытательной и метрологической техники (сегодняшние и в ближайшей перспективе) проводить испытания по стандарту АЕСТР-500. Из этого анализа видно, что на сегодняшний день мы можем проводить испытания в полном объеме по 10 (из 15) видам испытаний, а в ближайшей перспективе еще по 3 видам. Два вида испытаний на молниестойкость можем выполнять уже сегодня, а еще один – в ближайшей перспективе. Для реализации стандарта АЕСТР-250 требуются большие финансовые затраты и длительное время.

Ключевые слова: испытания, электромагнитная совместимость, молниестойкость, объекты военной техники, нормы испытаний.

We considered the structure of NATO standards on EMC of military equipment АЕСТР-500 and АЕСТР-250 in detail. Compiled detailed tables spread of various types of tests for certain types of military equipment, as well as analysis of the capabilities of our test and metrology equipment (today and in the near future) testing to standard АЕСТР-500. From this analysis it is clear that today we can carry out tests in full 10 (of the 15) kinds of tests, and in the short term, even for 3 kinds. Two tests on stability to lightning flash can perform today, and another - in the short term. For the implementation of the standard АЕСТР-250 is costly and long term.

Keywords: tests, electromagnetic compatibility, stability to lightning flash, objects of military equipment, testing standards.

Введение. За период до 2016 г. в НИПКИ «Молния» было испытано несколько десятков единиц составных частей военной техники, в первую очередь, бортового авиационного оборудования (БАО), предназначенного для установки на боевые самолеты. Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС) и молниестойкость проводились по нескольким стандартам разработки СССР, в том числе по ОСТ В1 02763-95, ОСТ В1 02696-90, ОСТ 1 01160-88, ГОСТ 19705-89.

В 2016 году по заказам зарубежных потребителей отечественной продукции военного назначения (Индия, Китай, Пакистан, Израиль и т.д.) мы проводили испытания на ЭМС по военному стандарту США MIL-STD-461F [1].

С этой целью мы проанализировали стандарт MIL-STD-461F на предмет возможности применения имеющегося у нас испытательного и измерительного оборудования под те виды испытания, которые входят в этот стандарт. Оказалось, что из 12 видов испытаний, которые наиболее применимы к нашей практике, 8 видов мы можем выполнить в полном объеме, еще 2 вида, связанные с измерением радиопомех и нагружением внешними электромагнитными полями в диапазоне частот до 18 ГГц и выше, мы можем выполнить частично, а для 2 видов нагружений CS115 и CS116 у нас нет соответствующей аппаратуры. Последний не-

достаток удалось устранить путем альтернативных испытаний, изложенных в Приложении к стандарту MIL-STD-461E, а именно, заменив CS115 испытаниями по стандарту IEC 61000-4-4 [2], а CS116 – испытаниями по стандарту IEC 61000-4-12 [3], на которые у нас есть лицензия и все необходимое оборудование.

В связи со стремлением Украины войти в НАТО, необходимо будет всю украинскую военную технику разрабатывать по стандартам НАТО, в том числе и по стандартам на ЭМС. Таких стандартов два: АЕСТР-500 [4] – на ЭМС составных частей военной техники и АЕСТР-250 [5] – на военные изделия в целом.

Рассмотрение стандарта АЕСТР-500. Рассмотрим сначала стандарт АЕСТР-500 с точки зрения его полноты всеми видами испытаний на ЭМС. Сравнить его будем со стандартом США на БАО для гражданской авиации RTCA/DO-160D [6], который в этой области является наиболее полным и отработанным стандартом. Стандарт RTCA/DO-160D содержит 5 независимых наборов испытаний (рис. 1), а именно:

- испытания на эмиссию радиопомех (ЭРП);
- испытания на устойчивость к внешним электромагнитным помехам (УЭМП);
- испытания на молниестойкость (МС);
- испытания на электростатический разряд

(ЭСР);

– испытания на качество электроэнергии (КЭЭ).

Так вот стандарт АЕСТР-500 и MIL-STD-461G содержат 4, но не одинаковых по объему, набора испытаний, а именно, испытания на ЭРП, УЭМП, МС и ЭСР, в то время как MIL-STD-461F содержит всего лишь 2 набора (ЭРП и УЭМП). Более широкий спектр испытаний в АЕСТР-500 по сравнению с MIL-STD-461G объясняется тем, что он в своем составе содержит в полном объеме стандарт MIL-STD-461 ~70 % объема, а остальные 30 % – это испытания из европейского стандарта Def Stan 59-411.

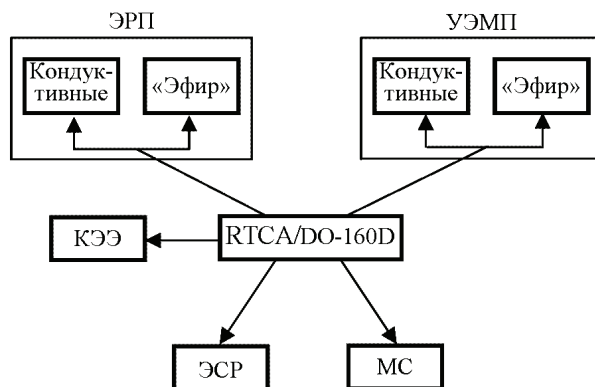


Рисунок 1 – Наборы испытаний по RTCA/DO-160D

Рассмотрим более подробно построение стандарта АЕСТР-500. Во многом это построение подобно построению MIL-STD-461, а именно:

– все виды испытаний скомпонованы в 4 буквенных аббревиатуры – CE, CS, RE и RS., где E – это эмиссия, S – устойчивость, C – кондуктор или проводник, R – излучение, т.е. CE и RE – это эмиссия радиопомех в проводники, отходящие от изделия или в «эфир», а CS и RS – это устойчивость к электромагнитным помехам или по проводникам, отходящим от изделия, или по «эфиру».

– внутри каждого вышперечисленного набора испытаний идет цифровая нумерация от 101 и далее;

– в связи с тем, что стандарт MIL-STD-461 пересматривается каждые 5 лет, то из последующих версий часть видов испытаний исчезает, поэтому в стандарте MIL-STD-461F возникают пропуски.

В стандарте же АЕСТР-500 к вышеназванным буквенным аббревиатурам добавили букву N, т.е. теперь все виды испытаний описываются аббревиатурами NCE, NCS, NRE и NRS, пропуски в нумерации испытаний отсутствуют, а виды испытаний имеют нумерацию от 01.

Рассмотрение конкретных видов испытаний.

Наибольшее количество видов испытаний на ЭМС относится к БАО, поэтому в дальнейшем мы рассмотрим все виды испытаний для БАО. Виды и нормы испытаний для других видов военной техники будут рассмотрены в дальнейшем.

Вид испытаний *NCE01 – Эмиссия низкочастотных токов радиопомех (от 30 Гц до 10 кГц) в проводах электропитания*, нормы на которые приведены на рис. 2.

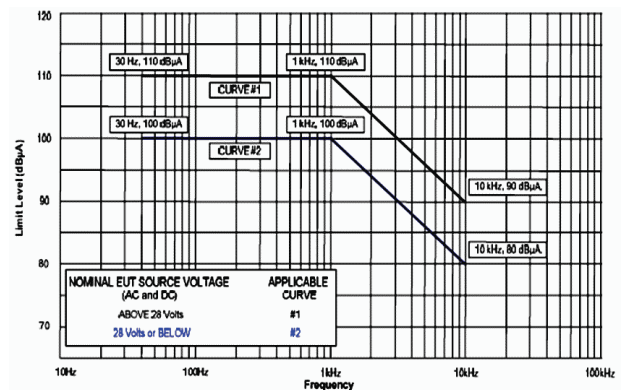


Рисунок 2 – Нормы на эмиссию низкочастотных токов радиопомех в проводах электропитания

Данный вид эмиссии присутствует в стандартах СССР, поэтому для его реализации у нас есть **все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NCE02 – Эмиссия высокочастотных напряжений радиопомех (от 10 кГц до 10 МГц) в проводах электропитания*, нормы на которые приведены на рис. 3.

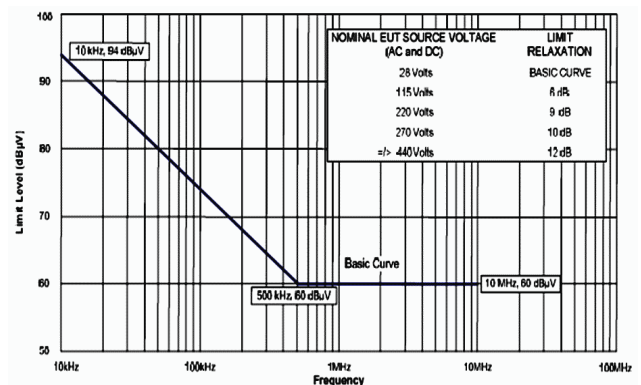


Рисунок 3 – Нормы на эмиссию высокочастотных напряжений радиопомех в проводах электропитания

Данный вид эмиссии присутствует в стандартах СССР и GISP, поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NCE05 – Эмиссия высокочастотных токов радиопомех (от 30 Гц до 150 МГц) в межблочных линиях связи*, нормы на которые приведены на рис. 4.

Данный вид эмиссии присутствует в стандарте DO-160D, поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NCE04 – Эмиссия напряжения переходных процессов в проводах электропитания при включении или выключении источника электропитания 28 В постоянного тока*, нормы на которые приведены ниже.

I. ± 100 В пик.

II. ± 90 В от пика для периода не более 10 мкс.

III. ± 80 В от пика для периода не более 5 мс.

Данный вид эмиссии нами измерялся по отдельным ТЗ, поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

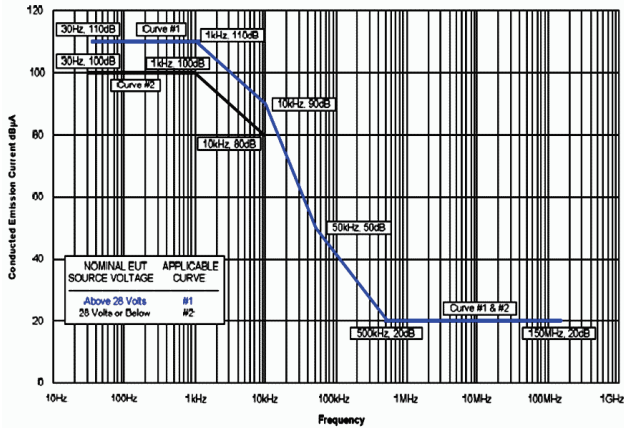


Рисунок 4 – Нормы на эмиссию высокочастотных токов радиопомех в межблочных линиях связи

Вид испытаний *NCS01* – *Нагрузка силового порта гармоническими напряжениями в диапазоне частот от 30 Гц до 150 кГц*, нормы на которые приведены на рис. 5.

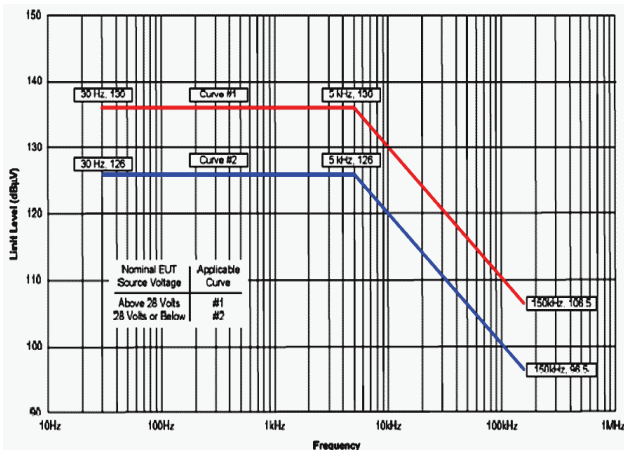


Рисунок 5 – Нормы нагружения силового порта гармоническими напряжениями

Данный вид нагружений присутствует в стандарте DO-160D, поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NCS02* – *Нагружение контрольных и сигнальных проводов гармоническими токами через гибкий индуктор в диапазоне частот от 20 Гц до 50 кГц*, нормы на которые приведены на рис. 6.

Данный вид нагружений отсутствовал в других стандартах, но для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NCS07* – *Нагружение проводов электропитания, контрольных и сигнальных проводов гармоническими токами в диапазоне частот от 10 кГц до 200 МГц*, нормы на которые приведены на рис. 7 (кривые 3 и 5).

Данный вид нагружений присутствует в стандарте DO-160D, поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NCS08* – *Нагружение проводов электропитания, контрольных и сигнальных проводов импульсными токами*, форма и амплитудно-

временные параметры которых на которые приведены на рис. 8.

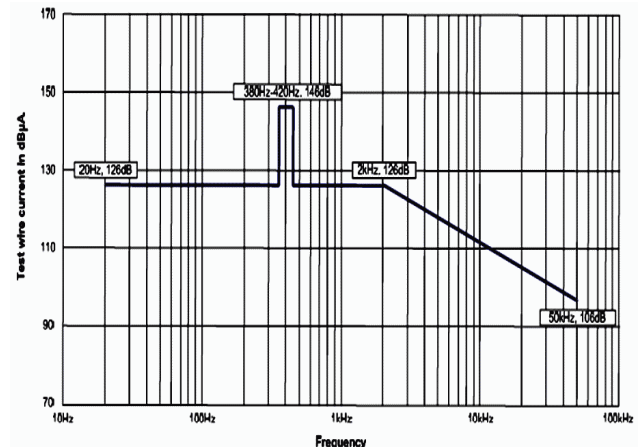


Рисунок 6 – Нормы нагружения контрольных и сигнальных проводов гармоническими токами через гибкий индуктор

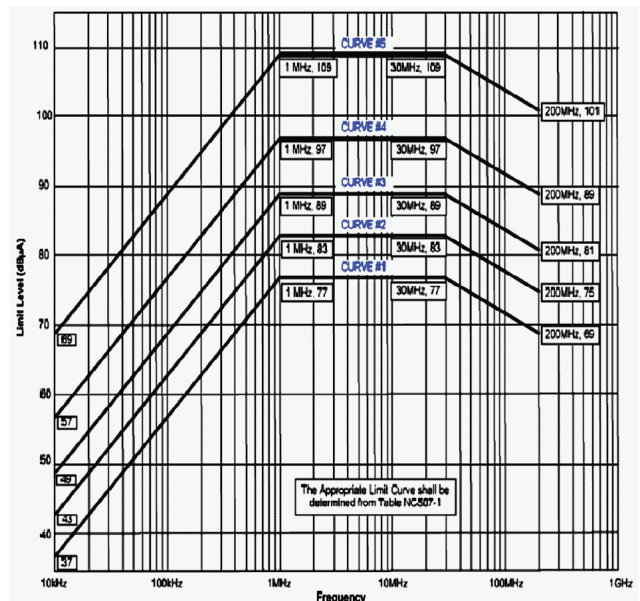


Рисунок 7 – Нормы нагружения проводов электропитания, контрольных и сигнальных проводов гармоническими токами

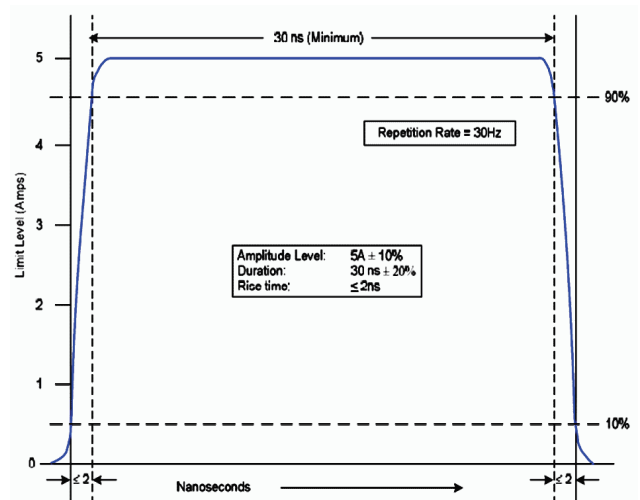


Рисунок 8 – Нормы нагружения проводов электропитания, контрольных и сигнальных проводов импульсными токами

Данный вид нагружений отсутствует в других стандартах, поэтому для его реализации у нас **нет необходимого оборудования, оно находится в стадии разработки.**

Вид испытаний *NCS09 – Нагружение проводов электропитания, контрольных и сигнальных проводов затухающими синусоидальными токами в диапазоне частот от 10 кГц до 100 МГц*, форма и нормы на них приведены на рис. 9 и 10.

Данный вид нагружений отсутствует в других стандартах, поэтому для его реализации у нас **нет необходимого оборудования, оно находится в стадии завершения изготовления.**

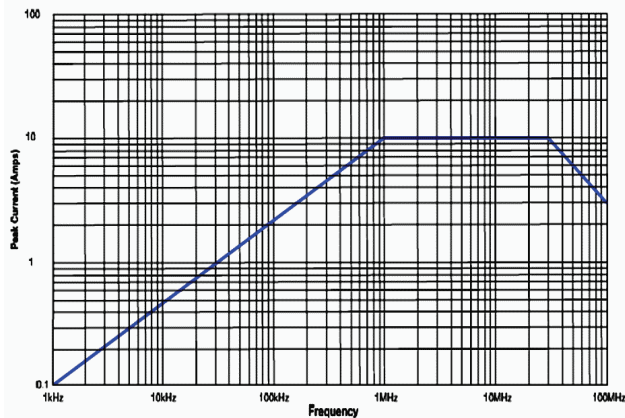
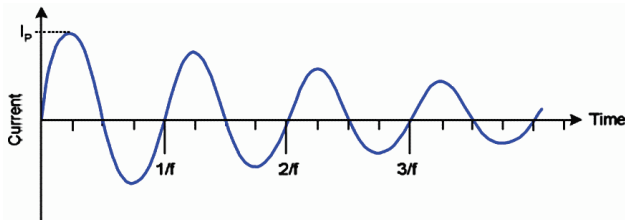


Рисунок 9 – Нормы нагружения проводов электропитания, контрольных и сигнальных проводов затухающими синусоидальными токами



- Notes:
- Normalized Waveform: $e^{-(t/T)Q} \sin(2\pi ft)$
Where:
f = Frequency (Hz)
t = Time (sec)
Q = Damping Factor 15 ± 5
 - Damping Factor Q shall be determined as follows:
$$Q = \frac{\pi(N-1)}{\ln(I_p/I_N)}$$

Where:
Q = Damping Factor
N = Cycle Number (i.e. N = 2, 3, 4, 5.....)
 I_p = Peak Current at 1st Cycle
 I_N = Peak Current at closest to 50% decay
 I_n = Natural Log
 - I_p as specified in Figure NCS09-2

Рисунок 10 – Формы нагружения проводов электропитания, контрольных и сигнальных проводов затухающими синусоидальными токами

Вид испытаний *NCS10 – Наведенная молниестойкость*, форма и нормы на них приведены на рис. 11-13 и табл. 1.

Виды нагружений (**короткий и средний импульсы**) присутствуют в стандарте DO-160D, поэтому для их реализации у нас **есть все необходимое оборудование, а для длинного импульса необходимой**

аппаратуры пока нет, оно находится в стадии разработки.

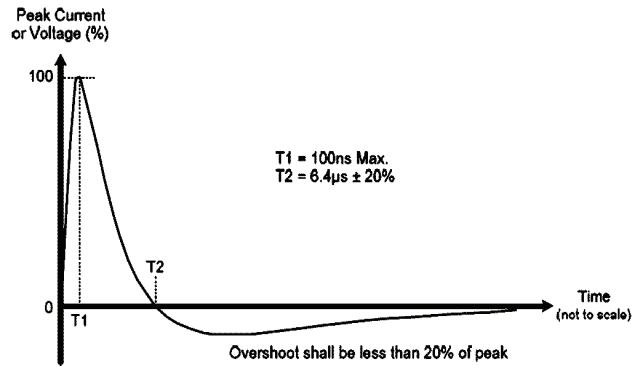


Рисунок 11 – Короткий импульс

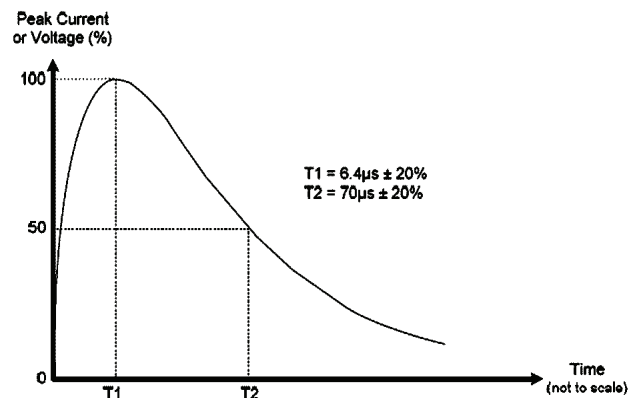


Рисунок 12 – Средний импульс

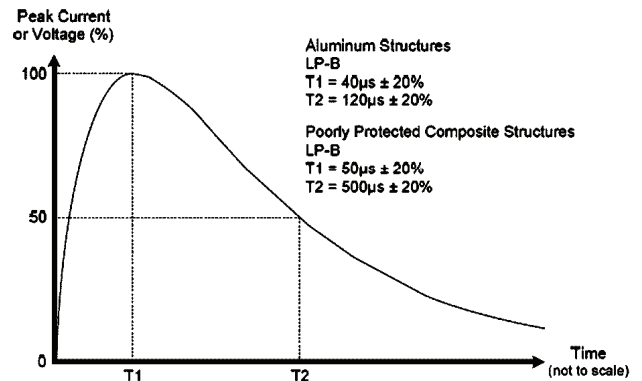


Рисунок 13 – Длинный импульс

Таблица 1 – Нормы по молниестойкости

Category	Peak waveform amplitude, current and voltage					
	Short		Intermediate		Long	
	(V)	(A)	(V)	(A)	(V)	(A)
A	125	250	125	250	N/A	N/A
B	300	600	300	600	2000	1000
C	750	1500	750	1500	2000	3000
D	1600	3200	1600	3200	2000	10000

Вид испытаний *NCS12 – Устойчивость к электростатическим разрядам*, нормы на которые приведены в табл. 2 (контактный ЭСР).

Таблица 2 – Нормы на ЭСР

Charging Voltage (kV)	Category A Safety Critical	Category B Mission Critical
2	No	Yes
4	Yes	Yes
6	Yes	Yes
8	Yes	No

Для воздушных ЭСР – испытательное напряжение 15 кВ.

Данный вид нагружений присутствует в стандартах DO-160D и IEC 61000-4-2 [7], поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NRE01 – Эмиссия низкочастотного магнитного поля радиопомех (от 30 Гц до 100 кГц)*, нормы на которые приведены на рис. 14.

Данный вид эмиссии присутствует в стандарте СССР, поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**.

Вид испытаний *NRE02 – Эмиссия высокочастотного электрического поля радиопомех (от 10 кГц до 18 ГГц)*, нормы на которые приведены на рис. 15.

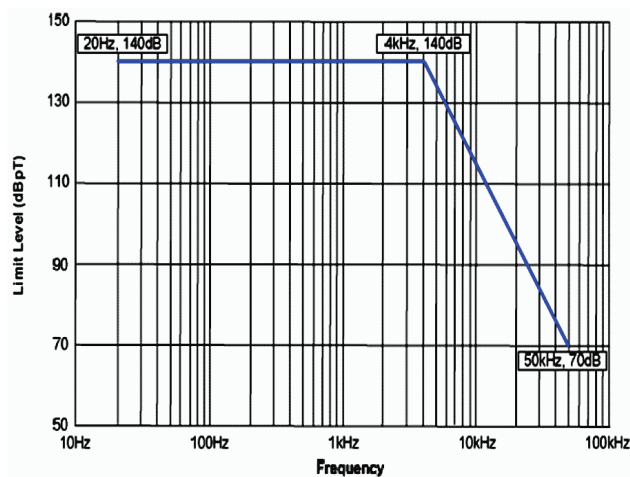


Рисунок 14 – Нормы на эмиссию низкочастотного магнитного поля радиопомех

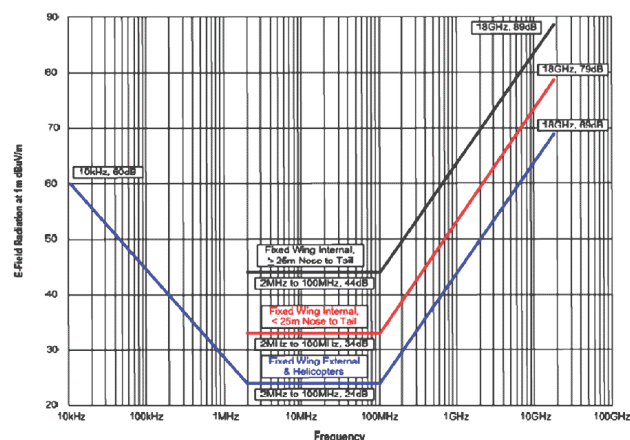


Рисунок 15 – Нормы на эмиссию высокочастотного электрического поля радиопомех

Данный вид измерений выполняется частично,

т.к. измерительное оборудование НИПКИ «Молния» позволяет измерять радиопомехи по «эфиру» в диапазоне частот от 10 кГц до 2 ГГц. В то же время, с учетом **Примечания к п. RE102 MIL-STD-461F**, по которому достаточно измерять эти радиопомехи или до 1 ГГц, или до частоты, равной 10-ти частотам внутренних источников радиопомех, можно сказать, что **этот вид измеряется в полном объеме**

Вид испытаний *NRS01 – Нагружение изделия гармоническими магнитными полями в диапазоне частот от 30 Гц до 100 кГц*, нормы на которые приведены на рис. 16.

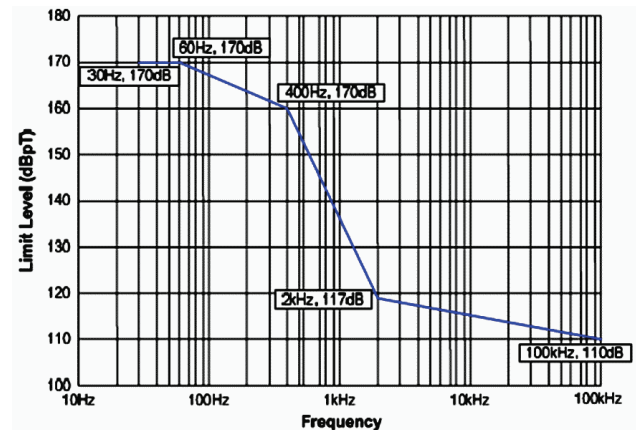


Рисунок 16 – Нормы нагружения изделия гармоническими магнитными полями

Данный вид нагружений присутствует в стандарте СССР, поэтому для его реализации у нас **есть все необходимое оборудование**

Вид испытаний *NRS02 – Нагружение изделия гармоническими электрическими полями в диапазоне частот от 2 МГц до 40 ГГц (HIRF)*, нормы на которые приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Нормы нагружения изделия гармоническими электрическими полями

Частотный диапазон	Напряженность электрического поля, В/м
от 2 МГц до 30 МГц	200
от 30 МГц до 1 ГГц	200
от 1 ГГц до 18 ГГц	200
от 18 ГГц до 40 ГГц	200

Данный вид испытаний выполняется **частично**, т.к. оборудование НИПКИ «Молния» позволяет нагружать испытываемые изделия в диапазоне частот от 2 МГц до 3 ГГц с величиной до 50 В/м.

В итоговой табл. 4 приведены наши возможности реализовать испытания на ЭМС по стандарту НАТО АЕСТР-500.

Из таблиц 501-6 и 501-7 АЕСТР-500 видно, что для испытания бортового авиационного оборудования применяются все 15 видов, для составных частей наземной военной техники – 13 видов, для составных частей подводных лодок – 12 видов, для составных частей кораблей – 11 видов, для составных частей космических объектов – 7 видов.

Рассмотрение стандарта АЕСТР-250.

Стандарт АЕСТР-250 посвящен электромагнитной обстановке, окружающей объект военной техники. Он включает в себя как сравнительно слабые электромагнитные поля от радио и телестанций и постоянные, и низкочастотные поля, так и мощные электромагнитные помехи (МЭМП) естественного и искусственного происхождения. К МЭМП относятся ЭСР как от людей, так и от летательных аппаратов, прямые удары молнии всех видов (единичные удары, многократные удары и многократные вспышки), электромагнитный импульс ядерного взрыва (ЭМИ ЯВ), высокомошнные микроволновые излучения и мощные непрерывные и импульсные электромагнитные помехи (например, от РЛС).

Рассмотрим подробнее нормы на МЭМП.

1. Электростатический разряд

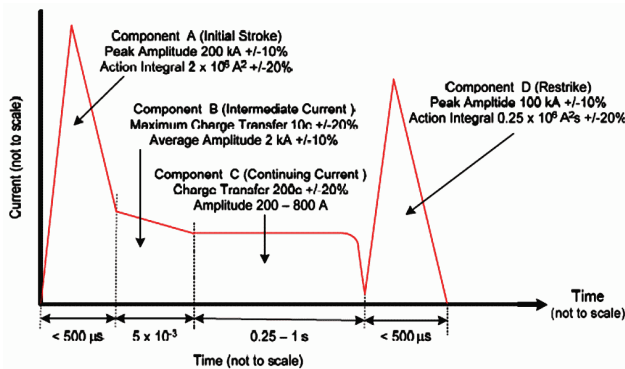
Различают ЭСР для объектов военной техники (ОВТ) и гражданской техники *см. табл. 5).

Отдельно в стандарте приведены более жесткие требования для вертолетов (см. табл. 6).

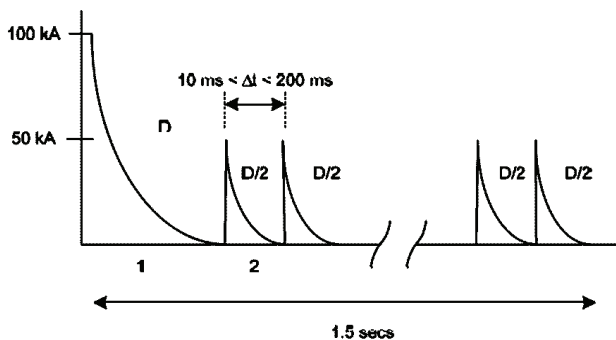
2. Прямой удар молнии

В стандарте рассмотрены 3 вида ударов молнии:

- единичные удары (рис. 17);
- многократные удары (рис. 18);



(максимальная амплитуда тока 200 кА)
Рисунок 17 – Единичные удары



(максимальная амплитуда тока первого удара 100 кА)
Рисунок 18 – Многократные удары

– многократные вспышки (рис. 19).

3. Электромагнитный импульс ядерного взрыва (ЭМИ ЯВ)

Форма и амплитудно-временные параметры ЭМИ ЯВ (рис. 20) совпадают как для ОВТ, так и для гражданской техники, что видно из данного стандарта и из стандарта IEC 61000-4-25 [8].

Таблица 4 – Итоговая таблица возможностей НИПКИ «Молния» реализовать испытания на ЭМС по стандарту НАТО АЕСТР-500

Документ	Описание	Возможности НИПКИ «Молния»
NCE01	Conducted Emissions, Power Leads, 30 Hz to 10 kHz	в полном объеме
NCE02	Conducted Emissions, Power Leads, 10 kHz to 10 MHz	в полном объеме
NCE04	Conducted Emissions, Exported Transients on Power Leads	в полном объеме
NCE05	Conducted Emissions, Power, Control & Signal Leads, 30 Hz to 150 MHz	в полном объеме
NCS01	Conducted Susceptibility, Power Leads, 30 Hz to 150 kHz	в полном объеме
NCS02	Conducted Susceptibility, Control & Signal Leads, 20 Hz to 50 kHz	в полном объеме
NCS07	Conducted Susceptibility, Bulk Cable Injection, 10 kHz to 200 MHz	в полном объеме
NCS08	Conducted Susceptibility, Bulk Cable Injection, Impulse Excitation	в стадии проработки
NCS09	Conducted Susceptibility, Damped Sinusoidal Transients, Cables and Power Leads, 10 kHz to 100 MHz	в стадии изготовления
NCS010	Conducted Susceptibility, Imported Lighting Transients	частично (короткая и средняя волны – в полном объеме, длинная волна – в стадии проработки)
NCS12	Conducted Susceptibility, Electrostatic Discharge	в полном объеме
NRE01	Radiated Emissions, Magnetic Field, 30 Hz to 100 kHz	в полном объеме
NRE02	Radiated Emissions, Electric Field, 10 kHz to 18 GHz	в полном объеме с учетом Примечания к RE102 MIL-STD-461F
NRS01	Radiated Susceptibility, Magnetic Field, 30 Hz to 100 kHz	в стадии изготовления
NRS02	Radiated Susceptibility, Electric Field, 50 kHz to 40 GHz	частично

Таблица 5 – Нормы ЭСР

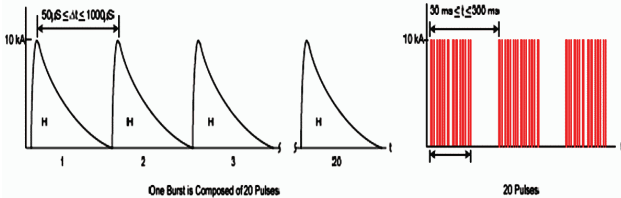
EQUIPMENT	PARAMETERS			
	ELECTROSTATIC VOLTAGE (kV)	CAPACITANCE (pF)	RESISTANCE (Ω)	CIRCUIT INDUCTANCE (μH)
MUNITIONS	25 ± 5%	500 ± 5%	500 ± 5%	5 max.
MUNITIONS	25 ± 5%	500 ± 5%	5000 ± 5%	5 max.
NON-MUNITIONS	8 ± 5% or 15 ± 5%	150 ± 5%	330 ± 5%	5 max.

Note: The voltage will be charged to positive and negative voltage.

Таблица 6 – Нормы ЭСР для вертолетов

CONFIGURATION	PARAMETERS			
	ELECTROSTATIC VOLTAGE (kV)	CAPACITANCE (pF)	RESISTANCE (Ω)	CIRCUIT INDUCTANCE (μ H)
HELICOPTER	300 \pm 5%	1000 \pm 5%	\leq 1	20 max.

Note: The voltage of 300 kV will be charged to positive and negative voltage.



(максимальная амплитуда тока 10 кА)
Рисунок 19 – Многократные вспышки

4. Мощное электромагнитное радиочастотное излучение (HIRF)

Параметры HIRF для авиации приведены в табл. 7, а для космоса – в табл. 8.

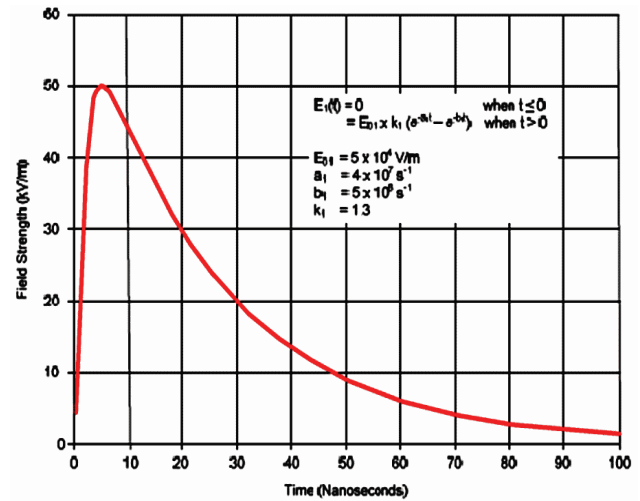
Таблица 7 – Параметры HIRF для авиации

Frequency Range (MHz)	Fixed Wing Aircraft Non Ship Operations		Rotary Wing Aircraft Non Ship Operations	
	Average (V/m)	Peak (V/m)	Average (V/m)	Peak (V/m)
	0.01 - 2	70	70	200
2 - 30	200	200	200	200
30 - 150	50	50	200	200
150 - 225	100	100	200	200
225 - 400	100	100	200	200
400 - 700	80	730	200	730
700 - 790	240	1,400	240	1,400
790 - 1000	240	1,400	240	1,400
1000 - 2000	200	3,300	250	5,000
2000 - 2700	490	4,500	490	6,000
2700 - 3600	490	4,500	490	6,000
3600 - 4000	490	4,500	490	6,000
4000 - 5400	300	7,200	400	7,200
5400 - 5900	300	7,200	400	7,200
5900 - 6000	300	7,200	400	7,200
6000 - 7900	200	1,100	170	1,100
7900 - 8000	200	1,100	170	1,100
8000 - 8400	330	3,000	330	5,000
8400 - 8500	330	3,000	330	5,000
8500 - 11000	330	3,000	330	5,000
11000 - 14000	330	2,000	330	2,000
14000 - 18000	330	2,000	330	2,000
18000 - 40000	420	1,000	420	1,000
40000 - 45000	--	--	--	--

В этих таблицах показано, что HIRF для авиации содержит как непрерывный HIRF, так и импульсный HIRF в несколько раз отличающийся друг от друга по величине, а для космических HIRF – они одинаковы.

Создание установок для воспроизведения МЭМП требует высокоэнергетических установок и больших финансовых затрат. Видимо поэтому в данном стан-

дарте не приводится информация о конструкции данных установок и методах их применения.



(форма ЭМИ ЯВ униполярный импульс 2/23 нс и амплитуда 50 кВ/м)

Рисунок 20 – Электромагнитный импульс ядерного взрыва

Таблица 8 – Параметры HIRF для космоса

Frequency Range (MHz)	Average (V/m)	Peak (V/m)
0.01 - 2	20	20
2 - 30	20	20
30 - 150	20	20
150 - 225	100	100
225 - 400	100	100
400 - 700	100	100
700 - 790	100	100
790 - 1000	100	100
1000 - 2000	200	200
2000 - 2700	200	200
2700 - 3600	200	200
3600 - 4000	200	200
4000 - 5400	200	200
5400 - 5900	200	200
5900 - 6000	200	200
6000 - 7900	200	200
7900 - 8000	200	200
8000 - 8400	200	200
8400 - 8500	200	200
8500 - 11000	200	200
11000 - 14000	20	20
14000 - 18000	20	20
18000 - 40000	20	20
40000 - 45000	--	--

Выводы:

1. Рассмотрена подробно структура стандарта НАТО на ЭМС – АЕСТР-500, в которой эти испытания составляют 15 обязательных видов.

2. Наши технические возможности на сегодняшний день позволяют производить испытания:

- в полном объеме – по 10 видам испытаний, а также по 2 из 3 видов испытаний на молниестойкость;
- через 1,5 года дополнительно еще – по 3 видам

испытаний, а также по 1 виду испытаний на молниестойкость;

– частично – по 1 виду испытаний.

3. Рассмотрена подробно структура стандарта НАТО на ЭМС – АЕСТР-250, из которой видно, что для создания полноценного испытательного полигона требуются большие финансовые затраты и длительное время.

Список литературы:

1. MIL-STD-461F Department of defense interface standard. Requirements for the control of electromagnetic interference. Characteristics of subsystems and equipment.

2. IEC 61000-4-4:2004 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measure techniques – Electrical fast transient/burst immunity test.

3. IEC 61000-4-12:2006 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measure techniques – Ring wave immunity test.

4. АЕСТР 500 Electromagnetic environmental effects tests and verification. Edition E Version 1 December 2016.

5. АЕСТР 250 Electrical and electromagnetic environmental conditions.

6. RTCA/DO-160D, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, prepared by RTCA.

7. IEC 61000-4-2:2001 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Elec-

trostatic discharge immunity test.

8. IEC 61000-4-25:2001 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-25: Testing and measure techniques – HEMP immunity test methods for equipment and systems.

Bibliography (transliterated):

1. MIL-STD-461F Department of defense interface standard. Requirements for the control of electromagnetic interference. Characteristics of subsystems and equipment.

2. IEC 61000-4-4:2004 Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-4: Testing and measure techniques – Electrical fast transient/burst immunity test.

3. IEC 61000-4-12:2006 Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-12: Testing and measure techniques – Ring wave immunity test.

4. АЕСТР 500 Electromagnetic environmental effects tests and verification. Edition E Version 1 December 2016.

5. АЕСТР 250 Electrical and electromagnetic environmental conditions.

6. RTCA/DO-160D, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, prepared by RTCA.

7. IEC 61000-4-2:2001 Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test.

8. IEC 61000-4-25:2001 Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-25: Testing and measure techniques – HEMP immunity test methods for equipment and systems.

Поступила (received) 20.03.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Прогнозування можливості проведення в НДПКИ «Молнія» випробувань об'єктів воєнної техніки на електромагнітну сумісність за стандартами НАТО / Ю. С. Немченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 15 (1237). – С. 84-91. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2079-0740.

Прогнозирование возможности проведения в НИПКИ «Молния» испытания объектов военной техники на электромагнитную совместимость по стандартам НАТО / Ю. С. Немченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – № 15 (1237). – С. 84-91. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2079-0740.

Prediction of the possibility of NIPKI «Molnija» test of objects of military equipment on EMC to NATO standards / Y.S. Nemchenko // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Technique and electrophysics of high voltage. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017. – № 15 (1237) – С. 84-91. – Bibliogr.: 8. – ISSN 2079-0740.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Немченко Юрій Семенович – головний метролог, НДПКИ «Молнія» НТУ «ХПІ», тел.: (057) 707-68-68; e-mail: nipkimolniya@kpi.kharkov.ua.

Немченко Юрий Семенович – главный метролог, НИПКИ «Молния» НТУ «ХПІ», тел.: (057) 707-68-68; e-mail: nipkimolniya@kpi.kharkov.ua..

Nemchenko Jurij Semenovich – Main Metrologist, Leading Researcher of Design -&- Research Institute "Molniya" NTU "KhPI", tel.: (057) 707-68-68; e-mail: nipkimolniya@kpi.kharkov.ua..