

УДК 621.317.3

Ю.С. НЕМЧЕНКО, И.П. ЛЕСНОЙ**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА МОЛНИЕСТОЙКОСТЬ ПО СТАНДАРТУ DO-160G (США)**

Подробно рассмотрены требования к проведению испытаний на молниестойкость по стандартам DO-160D и DO-160G, изложены требования к количеству и выходным характеристикам испытательных генераторов (всего 18 единиц). Имеющийся в ИЛ НИПКИ «Молния» парк испытательных генераторов из 14 единиц полностью позволяет проводить испытания по обоим стандартам, но для реализации полного объема испытаний по DO-160G требуется доукомплектация еще 4-мя испытательными генераторами.

Ключевые слова: испытания, молниестойкость, формы и виды испытательных воздействий, нормы испытаний, испытательные генераторы.

Ю.С. НЕМЧЕНКО, И.П. ЛЕСНОЙ**ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ НА БЛИСКАВКОСТІЙКІСТЬ ЗА СТАНДАРТОМ DO-160G (США)**

Детально розглянуто вимоги до проведення випробувань на блискавкостійкість за стандартами DO-160D і DO-160G, викладено вимоги до кількості та вихідних характеристик випробувальних генераторів (всього 18 одиниць). Наявний в ВЛ НДПКІ «Молнія» парк випробувальних генераторів з 14 одиниць повністю дозволяє проводити випробування за обома стандартами, але для реалізації повного обсягу випробувань за DO-160G потрібна доукомплектація ще 4-ма випробувальними генераторами.

Ключові слова: випробування, блискавкостійкість, форми і види випробувальних впливів, норми випробувань, випробувальні генератори.

Y.S.NEMCHENKO, I.P. LESNOY**EQUIPMENT FOR TEST RESISTANCE FOR MILITARY STABILITY UNDER STANDARD DO-160G (USA)**

Requirements for lightning-fastness tests according to DO-160D and DO-160G standards are considered in detail, requirements for the quantity and output characteristics of test generators (total 18 units) are stated. Available in the UL NPPKI "Lightning", the park of test generators from 14 units completely allows testing on both standards, but for the implementation of the full scope of tests for the DO-160G requires additional equipment with 4 other test generators.

Key words: tests, lightning resistance, forms and types of test actions, test standards, test generators.

Введение. В 2004 году в Украине был узаконен и введен в эксплуатацию стандарт США для гражданских самолетов DO-160D (Квалификационные требования. Условия эксплуатации и окружающей среды для бортового авиационного оборудования (Внешние воздействующие факторы – ВВФ). Требования, нормы и методы испытаний), по которому до сих пор необходимо проводить испытания всего разрабатываемого в Украине бортового авиационного оборудования (БАО). В этом стандарте р. 22 посвящен испытаниям БАО на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией. До настоящего времени в США этот стандарт несколько раз пересматривался и там сейчас действует версия DO-160G. Однако, во всех версиях стандартов от DO-160D до DO-160G базовые требования к испытаниям на молниестойкость практически не изменились, за исключением некоторых уточнений и корректировок.

К этим базовым требованиям относятся:

- неизменность временных форм испытательных токов и напряжений;
- неизменность видов испытательных молниевых

разрядов;

- неизменность методов ввода помех;
- неизменность норм испытаний;

Главное отличие стандарта DO-160G от DO-160D заключается в том, что расширен перечень испытательных комплектов для различного набора кабельных жгутов (наборы от А до К по стандарту DO-160D, и наборы от А до М по стандарту DO-160G за счет включения формы 6 испытательных токов в номенклатуру испытаний.

1 Формы испытательных волн**1.1 Испытательная волна тока формы 1**

Испытательная волна тока формы 1 (рис. 1) представляет собой униполярный биэкспоненциальный импульс со временем нарастания от 0 до максимума $T_1 = 6,4 \text{ мкс} \pm 20 \%$ и временем до полуспада $T_2 = 69 \text{ мкс} \pm 20 \%$.

1.2 Испытательная волна напряжения формы 2

Испытательная волна напряжения формы 2 (рис. 2) представляет собой биполярный импульс с временем нарастания T_1 не более 100 нс и временем перехода через ноль $T_1 = 6,4 \text{ мкс} \pm 20 \%$.

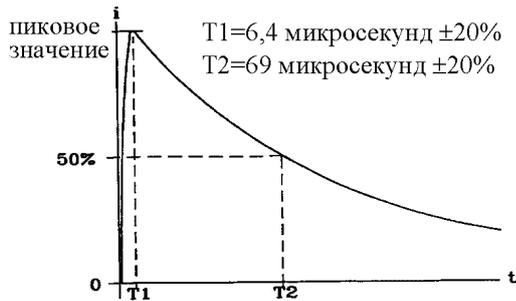


Рисунок 1 – Испытательный ток формы 1



Рисунок 2 – Испытательное напряжение формы 2

1.3 Испытательная волна напряжения/тока формы 3

Испытательная волна напряжения /тока формы 3 (рис. 3) представляет собой затухающую синусоиду (косинусоиду) с частотами 1 МГц $\pm 20\%$ и 10 МГц $\pm 20\%$ и затуханием на 5 периоде синусоиды от 25 % до 75 % от амплитуды первого периода.

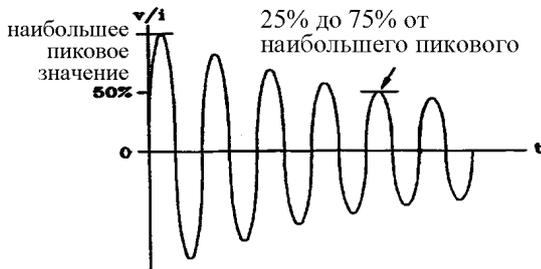


Рисунок 3 – Испытательное напряжение / предельный ток формы 3

1.4 Испытательная волна напряжения формы 4

Испытательная волна напряжения формы 4 (рис. 4) представляет собой униполярный биэкспоненциальный импульс с временем нарастания от 0 до максимума $T1 = 6,4 \text{ мкс} \pm 20\%$ и временем до полуспада $T2 = 69 \text{ мкс} \pm 20\%$.

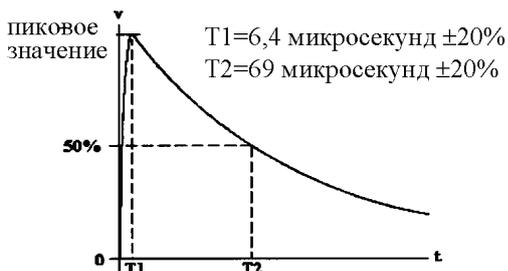


Рисунок 4 – Испытательное напряжение формы 4

1.5 Испытательная волна тока/напряжения формы 5

Испытательная волна тока/напряжения формы 5 (рис. 5) имеет две разновидности – 5А и 5В.

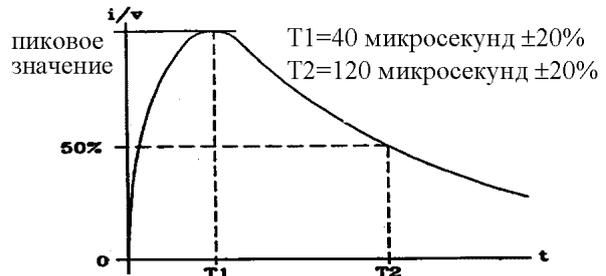


Рисунок 5 – Испытательный ток формы 5А

Испытательная волна тока/напряжения формы 5А представляет собой униполярный биэкспоненциальный импульс с временем нарастания от 0 до максимума $T1 = 40 \text{ мкс} \pm 20\%$ и временем до полуспада $T2 = 120 \text{ мкс} \pm 20\%$.

Испытательная волна тока/напряжения формы 5В представляет собой униполярный биэкспоненциальный импульс с временем нарастания от 0 до максимума $T1 = 50 \text{ мкс} \pm 20\%$ и временем до полуспада $T2 = 500 \text{ мкс} \pm 20\%$.

1.6 Испытательная волна тока формы 6

Испытательная волна тока формы 6 (рис. 6) представляет собой униполярный биэкспоненциальный импульс с временем нарастания от 0 до максимума $T1 = 0,25 \text{ мкс} \pm 20\%$ и временем до полуспада $T2 = 4 \text{ мкс} \pm 20\%$.

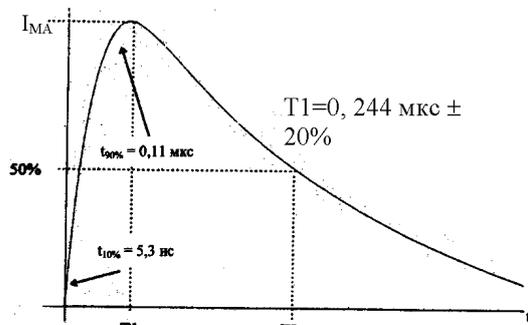


Рисунок 6 – Испытательный ток формы 6

Испытательная волна тока формы 6 в стандарте DO-160D только декларировалась, и никаких указаний о ее использовании не давалось, а в стандарте DO-160G данная форма является полноправным видом испытаний при «многократных вспышках».

2 Виды испытательных молниевых разрядов

Испытательные молниевые разряды делятся на три вида:

- единичные удары;
- многократные удары;
- многократные вспышки.

2.1 Единичные удары представляют собой единичные импульсы тока или напряжения форм 1, 2, 3,

4, 5.

2.2 Многократные удары (Multiple Stroke) Многократные удары (рис. 7) представляют собой последовательность из 14 следующих друг за другом импульсов тока или напряжения одинаковой формы (формы 1, 2, 3, 4, 5) за время менее 1,5 с. При этом амплитуда первого удара вдвое превышает амплитуды последующих ударов.

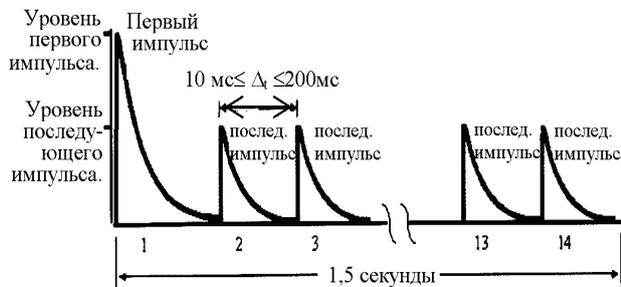


Рисунок 7 – Циклограмма испытательного воздействия вида «многократные удары»

2.3 Многократные вспышки (Multiple Burst)

Многократные вспышки (рис. 8) представляют собой последовательность из испытательных пакетов, состоящих из 20 импульсов испытательного напряжения форм 3 или испытательного тока формы 6 с интервалом между импульсами от 50 до 1000 мкс. Три пакета с интервалами между ними от 30 мс до 300 мс образуют пачку испытательных импульсов.

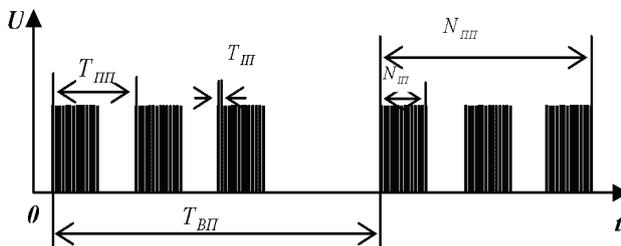


Рисунок 8 – Циклограмма испытательного воздействия вида «многократные вспышки»

Временные параметры циклограммы:

- интервал между испытательными импульсами в пачке T_{III} – от 50 мкс до 1000 мкс;
- количество испытательных импульсов в пачке $N_{III} = 20$;
- интервал между пачками T_{III} – от 30 мс до 300 мс;
- количество пачек в испытательном пакете N_{III} – 3;
- интервал между испытательными пакетами $T_{ВП}$ – $(3с \pm 0,3с)$.

3 Методы ввода помехи

Помеха вводится в испытываемое изделие тремя методами:

- контактный ввод;
- кабельный ввод, состоящий из двух видов:
 - кабельная инъекция;
 - ввод в заземление.

3.1 Контактный ввод

Испытание контактным вводом – это способ испытаний, при котором единичные удары напряжения форм 3 (1 МГц), 4 или 5 А подаются непосредственно на означенные контакты разъема испытываемого оборудования, обычно между каждым контактом и заземлением на корпус. Такой способ применяется для оценки устойчивости схем сопряжения оборудования к предельному для диэлектрика напряжению или повреждению.

3.2 Кабельная инъекция

Кабельная инъекция – это способ испытаний, при котором помеха форм 1, 2, 3 видов единичных и многократных ударов и форм 3 и 6 многократных всплеск бесконтактно (через инжектор) вводится в кабельные жгуты.

Ввод в заземление – это способ испытаний, при котором помеха форм 4 или 5А видов единичных и многократных ударов вводится в заземление испытываемых изделий.

4 Нормы испытаний

Нормы испытаний состоят из пяти испытательных уровней, каждый из которых выбирается в зависимости от расположения испытываемого изделия внутри корпуса самолета. Нормы испытаний характеризуются испытательными параметрами: испытательным током/предельным напряжением или испытательным напряжением/ предельным током. Испытательные токи I_T (напряжения V_T) представляют собой параметры, которые обязательно должны выполняться при испытаниях с условием, что при этом не будут превышены соответствующие им напряжения V_L (токи I_L), которые называются предельными. Это необходимо для того, чтобы предотвратить перенапряжение испытываемого оборудования сверх требуемых уровней.

4.1 Испытательные и предельные уровни для метода «контактного ввода»

4.1.1 Испытательные и предельные уровни для метода «контактного ввода» для формы 3

Диапазон испытательных напряжений от 100 В до 3200 В при диапазоне предельных токов короткого замыкания от 4 А до 128 А.

4.1.2 Испытательные и предельные уровни для метода контактного ввода для формы 4

Диапазон испытательных напряжений от 50 В до 1600 В при диапазоне предельных токов короткого замыкания от 10 А до 320 А.

4.1.3 Испытательные и предельные уровни для метода контактного ввода для формы 5А

Диапазон испытательных напряжений от 50 В до 1600 В при диапазоне предельных токов короткого замыкания от 50 А до 1600 А.

4.2 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» единичными ударами

4.2.1 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» единичными ударами формы 1.

Диапазон испытательных токов от 100 А до 3200 А при диапазоне предельных напряжений от 50 В до

1600 В.

4.2.2 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» единичными ударами формы 2.

Диапазон испытательных напряжений от 50 В до 1600 В при диапазоне предельных токов от 100 А до 3200 А

4.2.3 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» единичными ударами формы 3.

Диапазон испытательных напряжений от 100 В до 3200 В при диапазоне предельных токов от 20 А до 640 А.

4.2.4 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» единичными ударами формы 4.

Диапазон испытательных напряжений от 50 В до 1600 В при диапазоне предельных токов от 100 А до 3200 А.

4.2.5 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» единичными ударами формы 5А.

Диапазон испытательных токов от 150 А до 5000 А при диапазоне предельных напряжений от 50 В до 1600 В.

4.3 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными ударами (первый удар)

4.3.1 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными ударами (первый удар) формы 1. Диапазон испытательных токов от 50 А до 1600 А при диапазоне предельных напряжений от 50 В до 1600 В.

4.3.2 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными ударами (первый удар) формы 2.

Диапазон испытательных напряжений от 50 В до 1600 В при диапазоне предельных токов от 50 А до 1600 А

4.3.3 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными ударами (первый удар) формы 3.

Диапазон испытательных напряжений от 100 В до 3200 В при диапазоне предельных токов от 20 А до 640 А.

4.3.4 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными ударами (первый удар) формы 4.

Диапазон испытательных напряжений от 25 В до 800 В при диапазоне предельных токов от 50 А до 1600 А.

4.3.5 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными ударами (первый удар) формы 5А.

Диапазон испытательных токов от 60 А до 2000 А при диапазоне предельных напряжений от 20 В до 640 В.

4.4 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными вспышками

4.4.1 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными вспышка-

ми формы 3

Диапазон испытательных напряжений от 60 В до 1920 В при диапазоне предельных токов от 1 А до 32 А.

4.4.2 Испытательные и предельные уровни для метода «кабельного ввода» многократными вспышками формы 6

Диапазон испытательных токов от 5 А до 160 А при диапазоне предельных напряжений от 100 В до 3200 В.

5 Номенклатура и технические характеристики испытательных генераторов «контактного ввода»

5.1 Испытательный генератор «контактного ввода» формы 3 (1 МГц)

– условное обозначение – TG-PI-3 (1 МГц);

– форма выходного напряжения 3 (по рис. 3);

– диапазон амплитуд выходных напряжений (в режиме х/х) от 100 В до 3200 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 25 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-КВ (режим «форма 3») имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

5.2 Испытательный генератор «контактного ввода» формы 4

– условное обозначение – TG-PI-4;

– форма выходного напряжения 4 (по рис. 4);

– диапазон амплитуд выходных напряжений (в режиме х/х) от 50 В до 1600 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-КВ (режим «форма 4») имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

5.3 Испытательный генератор «контактного ввода» формы 5А

– условное обозначение – TG-PI-5А;

– форма выходного напряжения 5А (по рис. 5);

– диапазон амплитуд выходных напряжений (в режиме х/х) от 50 В до 1600 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 1 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-КВ (режим «форма 5А») имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6 Номенклатура и технические характеристики испытательных генераторов «кабельной инъекции»

6.1 Испытательный генератор «кабельной инъекции» формы 1 (единичные удары)

– условное обозначение TG-KI-SS-1;

– вид испытательных импульсов – единичные удары;

– форма испытательного тока 1 (по рис. 1);

– диапазон амплитуд испытательных токов от 100 А до 3200 А (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 0,5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-КИ-1,2 (режим «форма 1») имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.2 Испытательный генератор «кабельной инъекции» формы 2 (единичные удары)

– условное обозначение – TG-KI-SS-2;
– вид испытательных импульсов – единичные удары;

– форма испытательного напряжения 2 (по рис. 2);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения от 50 В до 1600 В (5 фиксированных диапазонов);
– внутреннее сопротивление – 0,5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-КИ-1,2 (режим «форма 2») имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.3 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 3 (1 МГц) (единичные удары)

– условное обозначение – TG-KI-SS-3(1МГц);
– вид испытательных импульсов – единичные удары;

– частота испытательного напряжения 1 МГц;
– форма испытательного напряжения 3 (по рис. 3);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения от 100 В до 3200 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление 5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-КИ-3-1МГц имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.4 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 3 (10 МГц) (единичные удары)

– условное обозначение – TG-KI-SS-3 (10 МГц);
– вид испытательных импульсов – единичные удары;

– частота испытательного напряжения 10 МГц;
– форма испытательного напряжения 3 (по рис. 3);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения от 100 В до 3200 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-КИ-3-10МГц отсутствует в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.5 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 1 (многократные удары)

– условное обозначение – TG-KI-MS-1;
– вид испытательных импульсов – многократные удары (рис. 7);

– форма испытательного тока 1 (по рис. 1);
– диапазон амплитуд испытательных токов 1 удара от 50 А до 1600 А (5 фиксированных диапазонов);

– соотношение амплитуд $I_1/I_{2-14} - 2$;

– внутреннее сопротивление – 1 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МКУ-1 имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.6 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 2 (многократные удары)

– условное обозначение TG-KI-MS-2;
– вид испытательных импульсов – многократные удары (рис. 7);

– форма испытательного напряжения 2 (по рис. 2);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения 1 удара от 50 В до 1600 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 1 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МКУ-2 имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.7 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 3 (1 МГц) (многократные удары)

– условное обозначение TG-KI-MS-3 (1 МГц);
– вид испытательных импульсов – многократные удары (рис. 7);

– форма испытательного напряжения 3 (по рис. 3);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения 1 удара от 100 В до 3200 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МКУ-3-1МГц имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.8 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 3 (10 МГц) (многократные удары)

– условное обозначение TG-KI-MS-3 (10 МГц);
– вид испытательных импульсов – многократные удары (рис. 7);

– форма испытательного напряжения 3 (по рис. 3);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения 1 удара от 100 В до 3200 В (5 фиксированных диапазонов);

– внутреннее сопротивление – 5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МКУ-3-10МГц отсутствует в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.9 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 3 (1 МГц) (многократные вспышки)

– условное обозначение TG-KI-MB-3 (1 МГц);
– вид испытательных импульсов – многократные вспышки (рис. 8);

– форма испытательного напряжения 3 (по рис. 3);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения от 60 В до 1920 В (5 фиксированных диапазонов);
– внутреннее сопротивление – 60 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МВ-3-1МГц отсутствует в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.10 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 3 (10 МГц) (многократные вспышки)

– условное обозначение TG-KI-MB-3 (10 МГц);
– вид испытательных импульсов – многократные вспышки (рис. 8);

– форма испытательного напряжения 3 (по рис. 3);

– диапазон амплитуд испытательного напряжения от 60 В до 1920 В (5 фиксированных диапазонов);
– внутреннее сопротивление – 60 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МВ-3-10 МГц имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

6.11 Испытательный генератор «кабельной инжекции» формы 6 (многократные вспышки)

– условное обозначение – TG-KI-MB-6;
– вид испытательных импульсов – многократные вспышки (рис. 8);

- форма испытательного тока 6 (по рис. 6);
 - диапазон амплитуд испытательного тока от 5 А до 160 А (5 фиксированных диапазонов);
 - внутреннее сопротивление – 20 Ом.
- Такой генератор с названием ИГЛА-МВ-6 отсутствует в ИЛ НИПКИ «Молния».

7 Номенклатура и технические характеристики испытательных генераторов для «ввода в заземление»

7.1 Испытательный генератор для «ввода в заземление» формы 4 (единичный удар)

- условное обозначение – TG-GI-SS-4;
- вид испытательных импульсов – единичные удары;
- форма испытательного напряжения 4 (по рис. 4);
- диапазон амплитуд испытательного напряжения от 50 В до 1600 В (5 фиксированных диапазонов);
- внутреннее сопротивление – 0,5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-ЗВ (режим «форма 4») имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

7.2 Испытательный генератор для «ввода в заземление» формы 5А (единичный удар)

- условное обозначение – TG-GI-SS-5А;
- вид испытательных импульсов – единичные удары;
- форма испытательного тока 5А (по рис. 5);
- диапазон амплитуд испытательных токов от 150 А до 5000 А (5 фиксированных диапазонов);
- внутреннее сопротивление – 0,33 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-ЗВ (режим «форма 5А») имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

7.3 Испытательный генератор для «ввода в заземление» формы 4 (многократные удары)

- условное обозначение – TG-GI-MS-4;
- вид испытательных импульсов – многократные удары (рис. 7);
- форма испытательного напряжения 4 (по рис. 4);
- диапазон амплитуд испытательного напряжения 1 удара от 25 В до 800 В (5 фиксированных диапазонов);
- внутреннее сопротивление – 0,5 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МКУ-4 имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

7.4 Испытательный генератор для «ввода в заземление» формы 5А (многократный удар)

- условное обозначение – TG-GI-MS-5А;
- вид испытательных импульсов – многократные удары (рис. 7);
- форма испытательного тока 5А (по рис. 5);
- диапазон амплитуд испытательных токов 1 удара от 60 А до 2000 А (5 фиксированных диапазонов);
- внутреннее сопротивление – 0,33 Ом.

Такой генератор с названием ИГЛА-МКУ-5А имеется в ИЛ НИПКИ «Молния».

Выводы.

1. Для испытаний по стандарту DO-160D в ИЛ НИПКИ «Молния» имеется парк испытательных генераторов из 10 единиц (в одном из них объединены все три вида «контактного ввода», а в другом – два вида единичных ударов «кабельной инъекции») за исключением генераторов ИГЛА-КИ-3-10МГц, ИГЛА-МКУ-3-10МГц, ИГЛА-МВ-3-1МГц, которые находятся в стадии разработки. Все вышеперечисленные генераторы по своим выходным характеристикам полностью удовлетворяют требованиям стандарта DO-160G и могут без переделки применяться для испытаний по этому стандарту.

2. Для доукомплектации парка испытательных генераторов для реализации стандарта DO-160G требуется приобретение генератора ИГЛА-МВ-6.

Список литературы:

1. RTCA/DO-160D, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, prepared by RTCA, dated July 27, 1997.
2. RTCA/DO-160 G, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, prepared by RTCA, dated December 8, 2010. Section 22: Lightning Induced Transient Susceptibility .
3. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Контактный ввод») ИГЛА-КВ Руководство по эксплуатации ИГЛА-КВ.000.000.000 РЭ.
4. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Кабельная инъекция», форм 1 и 2) ИГЛА-КИ-1,2 Руководство по эксплуатации ИГЛА-КИ-1,2.000.000.000 РЭ.
5. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Кабельная инъекция», форма 3) ИГЛА-КИ-3 Руководство по эксплуатации ИГЛА-КИ-3.000.000.000 РЭ.
6. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Многократные удары») 1 формы ИГЛА-МКУ-1 (G-MS-1) Руководство по эксплуатации ИГЛА-МКУ-1 000.000.000 РЭ.
7. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Многократные удары») 2 формы ИГЛА-МКУ-2 (G-MS-1) Руководство по эксплуатации ИГЛА-МКУ-2 000.000.000 РЭ.
8. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Многократные удары») 3 формы частотой 1 МГц ИГЛА-МКУ-3-1 МГц (G-MS-3-

1MHz) Руководство по эксплуатации ИГЛА-МКУ-3-1 МГц.000.000.000 РЭ.

9. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Многokратные удары») 4 формы ИГЛА-МКУ-4 (G-MS-4) Руководство по эксплуатации ИГЛА-МКУ-4 000.000.000 РЭ.

10. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Многokратные удары») формы 5А ИГЛА-МКУ-5А (G-MS-5А) Руководство по эксплуатации ИГЛА-МКУ-5А 000.000.000 РЭ.

11. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Ввод в заземление») Г-ИГЛА-ЗВ Руководство по эксплуатации Г-ИГЛА-ЗВ-000.000.000 РЭ.

12. Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («Многokратные вспышки», форма 3, частота 10 МГц) ИГЛА-МВ-10 МГц (G-MB-10MHz) Руководство по эксплуатации ИГЛА-МВ-10 МГц.000.000.000 РЭ.

Bibliography (transliterated):

1. RTCA/DO-160D, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, prepared by RTCA, dated July 27, 1997.
2. RTCA/DO-160 G, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, prepared by RTCA, dated December 8, 2010. Section 22: Lightning Induced Transient Susceptibility .
3. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Kontaktnyj vvod») IGLA-KV Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-KV.000.000.000 RJe.
4. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Kabel'naja inzhekcija», form 1 i 2) IGLA-KI-1,2 Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-KI-1,2.000.000.000

RJe.

5. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Kabel'naja inzhekcija», forma 3) IGLA-KI-3 Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-KI-3.000.000.000 RJe.

6. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Mnogokratnye udary») 1 formy IGLA-MKU-1 (G-MS-1) Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-MKU-1.000.000.000 RJe.

7. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Mnogokratnye udary») 2 formy IGLA-MKU-2 (G-MS-1) Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-MKU-2.000.000.000 RJe.

8. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Mnogokratnye udary») 3 formy chastotj 1 MGc IGLA-MKU-3-1 MGc (G-MS-3-1MHz) Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-MKU-3-1 MGc.000.000.000 RJe.

9. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Mnogokratnye udary») 4 formy IGLA-MKU-4 (G-MS-4) Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-MKU-4.000.000.000 RJe.

10. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Mnogokratnye udary») formy 5А IGLA-MKU-5А (G-MS-5А) Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-MKU-5А. 000.000.000 RJe.

11. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Vvod v zazemlenie») G-IGLA-ZV Rukovodstvo po jekspluatácii G-IGLA-ZV-000.000.000 RJe.

12. Generator dlja provedenija ispytanij bortovogo aviacionnogo oborudovanija na vospriimchivost' k perehodnym processam, vyzvannym molniej («Mnogokratnye vspyshki», forma 3, chastota 10 MGc) IGLA-MV-10 MGc (G-MB-10MHz) Rukovodstvo po jekspluatácii IGLA-MV-10 MGc.000.000.000 RJe.

Поступила (received) 26.03.2018

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Немченко Юрій Семенович (Немченко Юрий Семенович, Nemchenko Jurij Semenovich) – головний метролог, Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Молнія» НТУ «ХПІ»; тел.: (057) 707-68-68; e-mail: nipkimolnija@kpi.kharkov.ua.

Лесной Іван Петрович (Лесной Иван Петрович, Lesnoy Ivan Petrovich) – завідувач лабораторією, Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Молнія» НТУ «ХПІ»; тел.: (057) 707-68-68.