

Ю. С. НЕМЧЕНКО, гл. метролог, НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ»;
В. В. КНЯЗЕВ, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., НИПКИ «Молния»
НТУ «ХПИ»;
И. П. ЛЕСНОЙ, зав. лаб., НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ»;
С. Б. СОМХИЕВ, вед. инженер, НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ»;
Т. Н. ОСТРОВЕРХ, вед. инженер, НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ»

ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ БОРТОВОГО АВИАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ВОСПРИИМЧИВОСТЬ К ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССАМ, ВЫЗВАННЫМ МОЛНИЕЙ («ВВОД В ЗАЗЕМЛЕНИЕ»)

Описана конструкция и результаты аттестации генератора, предназначенного для испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией, в соответствии с требованиями международных стандартов. Генератор создает импульсы напряжения и тока форм 4 и 5А по пяти уровнях испытаний. Испытания проводятся методом «ввода в заземление».

Ключевые слова: испытания, бортовое оборудование, восприимчивость, молния, переходные процессы, генератор, аттестация

Введение. В настоящее время обязательным видом испытаний бортового электротехнического и электронного оборудования (БАО) летательных аппаратов являются испытания на невосприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией. Эти процессы возникают при прямом ударе молнии в корпус летательного аппарата и последующем растекании токов молнии по различным металлическим узлам этих аппаратов, в частности, по межблочным линиям связи (МЛС).

Высокая поражающая эффективность токов растекания объясняется тем, что при этом в МЛС возникают различного вида наведенные высокие импульсные напряжения и большие токи, представляющие собой серьезную угрозу для современной слаботочной электроники БАО.

Поэтому стойкость к переходным процессам, вызванным молнией, выделена в отдельный вид испытаний, который регламентируется нормативным документом RTCA-DO-160D «Условия окружающей среды и методики испытаний бортового оборудования», Раздел 22: «Восприимчивость к переходным процессам, наведенным молнией» (отечественный аналог этого документа КТ-160D [1]). Этот НД с 2004 года распространяется на все типы БАО, выпускаемые в Украине и странах СНГ. Всего в этом разделе стандарта предусмотрено много видов испытаний БАО на молниестойкость, и в частности, испытания методом нагружения цепей заземления БАО однократными им-

пульсами напряжения или тока (так называемый метод «ВВОДА В ЗАЗЕМЛЕНИЕ»).

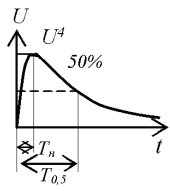
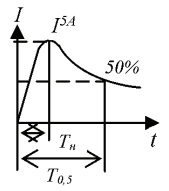
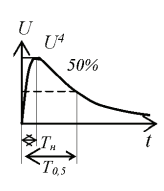
Основные результаты. Разработанный и изготовленный для этой цели генератор ИГЛА-ЗВ предназначен для проведения данного вида испытаний по пяти испытательным уровням импульсами испытательных напряжений и токов обеих полярностей в соответствии с п. 22.5.2.2 раздела 22.0 КТ-160Д.

В генераторе предусмотрено два режима генерирования импульсов:

- режим испытательного напряжения формы 4 и предельного тока (форма не регламентируется);
- режим испытательного тока формы 5А и предельного напряжения (холодного хода генератора) формы 4.

Выходные параметры испытательной установки ИГЛА-ЗВ полностью соответствуют требованиям к ней нормативной документации и приведены в таблице.

Таблица – Выходные параметры испытательной установки ИГЛА-ЗВ

Параметр	Испытательное напряжение $U_{исп}^4$	Предельный ток $I_{пред}$	Испытательный ток $I_{исп}^{5A}$	Предельное напряжение $U_{пред}^4$
1 Форма импульса		форма не регламентируется		
2 Уровни испытаний:				
1	(50 + 5) В	(100 + 10) А	(150 + 15) А	(50 + 5) В
2	(125 + 13) В	(250 + 25) А	(400 + 40) А	(125 + 13) В
3	(300 + 30) В	(600 + 60) А	(1000 + 100) А	(300 + 30) В
4	(750 + 75) В	(1500 + 150) А	(2000 + 200) А	(750 + 75) В
5	(1600 + 160) В	(3200 + 320) А	(5000 + 500) А	(1600 + 160) В
3 Время нарастания, T_n , мкс	6,4 ± 1,28	не нормирован	40 ± 8	6,4 ± 1,28
4 Время спада, $T_{0,5}$, мкс	69 ± 13,8	не нормирован	120 ± 24	69 ± 13,8

Общий вид генератора ИГЛА-ЗВ приведен на рис.1, а его структурная схема – на рис. 2.

Генератор ИГЛА-ЗВ собран в металлическом корпусе с габаритами

585x440x530 мм. На рис. 3 показан генератор ИГЛА-ЗВ со снятой верхней крышкой, а на рис. 4 – передняя панель генератора ИГЛА-ЗВ.



Рисунок 1 – Общий вид генератора ИГЛА-ЗВ

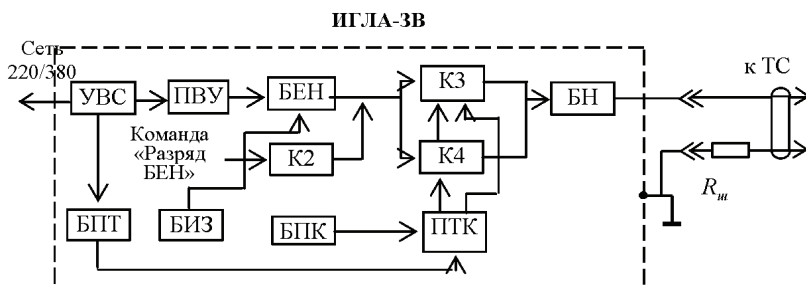


Рисунок 2 – Блок-схема установки Г-ИГЛА-ЗВ: УВС – узел ввода сетевого напряжения; ПВУ – повысительно-выпрямительное устройство; БЕН – блок емкостных накопителей; К2, К3, К4 – коммутаторы; БН – блок нагрузок; ПТК – программируемый таймер-коммутатор; БПТ – блок питания ПТК; БИЗ – блок измерения зарядного напряжения; БПК – блок питания коммутаторов; $R_{ш}$ – шунт штатный выносной

На передней панели генератора ИГЛА-ЗВ расположены следующие органы управления и контроля генератора:

- клавиша СЕТЬ, служит для подачи напряжения питания 220 В 50 Гц на генератор ИГЛА-ЗВ и отключения после окончания работы;
- регулятор РЕГУЛИРОВКА $U_{зар}$, служит для плавного изменения зарядного напряжения;
- стрелочный вольтметр PV1 ($U_{зар}$), показывает величину требуемого постоянного зарядного напряжения на конденсаторе БЕН;
- переключатель ПОЛЯРНОСТЬ служит для выбора полярности выходных импульсов напряжения и тока:

- а) положение «+» – одиночные импульсы положительной полярности;
- б) положение «-» – одиночные импульсы отрицательной полярности;
- в) среднее положение «0».

– переключатель ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ – «1», «2», «3», «4» и «5» служит для выбора требуемого уровня испытаний выходной волны напряжения и тока:

– ТАБЛО ПТК служит для отображения параметров циклограмм работы генератора ИГЛА-ЗВ;

– кнопки «↑» и «↓» служат для изменения количества выходных импульсов (КОЛ ИМП) и интервала между импульсами (ИНТЕРВ);

– кнопка СТАРТ/СТОП служит для запуска и остановки генератора ИГЛА-ЗВ.

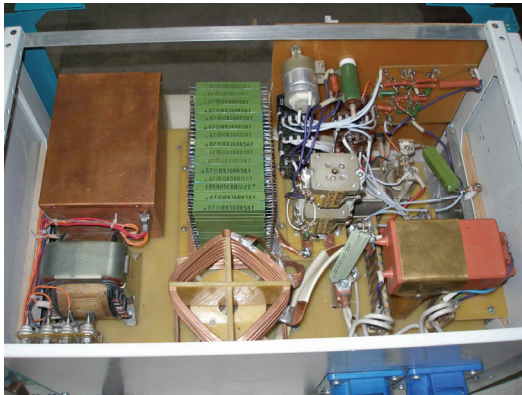


Рисунок 3 – ИГЛА-ЗВ со снятой верхней крышкой



Рисунок 4 – Передняя панель ИГЛА-ЗВ

На задней панели генератора ИГЛА-ЗВ расположены следующие элементы:

– разъемы Выходы, « U_4 » и « $I_{5,4}$ », которые служат для подключения к генератору ИГЛА-3В изделия для его испытания в режимах:

- а) испытательным напряжением формы 4 – выход « U_4 »;
- б) испытательным током формы 5А – выход « $I_{5,4}$ ».

К этим же выходам подключаются высокоомный делитель напряжения P6015A фирмы Tektronix – для измерения напряжения на выходе генератора ИГЛА-3В в режиме холостого хода генератора или шунт штатный выносной $R_{ш}$ – для измерения токов короткого замыкания генератора ИГЛА-3В;

– разъем СЕТЬ 220 В служит для подключения к Г-ИГЛА-3В сетевого кабеля;

– клемма \perp служит для подключения ИГЛА-3В к контуру заземления.

При проведении предварительных испытаний генератора ИГЛА-3В и его первичной аттестации были получены испытательные (выходные) напряжения формы 4 (рис. 5) и испытательные (выходные) токи формы 5А (рис. 6).

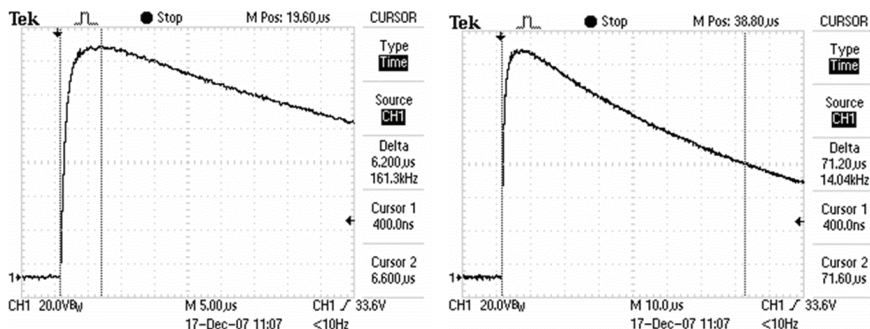


Рисунок 5 – Тест-осциллограмма импульса испытательного напряжения формы « U_4 » (фронт – 6,2 мкс и спад – 71,2 мкс)

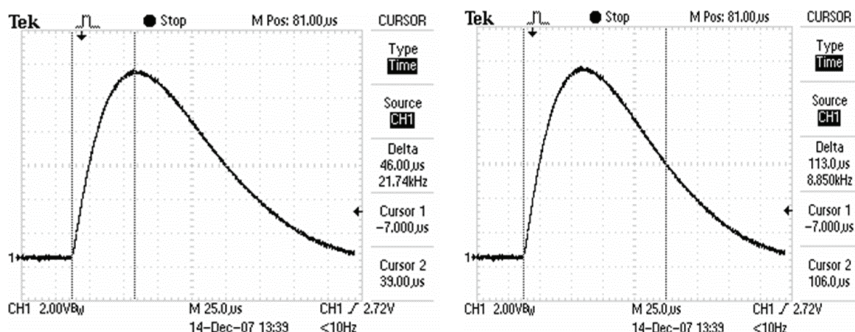


Рисунок 6 – Тест-осциллограмма импульса испытательного тока формы « $I_{5,4}$ » (фронт – 46 мкс и спад – 113 мкс)

Как видно из этих осциллограмм амплитудно-временные параметры

(АВП) испытательных напряжений и токов полностью соответствуют АВП по табл. 1 с учетом допусков.

При испытаниях БАО на молниестойкость методом «ввода в заземление» различают два вида испытаний:

– испытание напряжением формы 4, которое подается между корпусом БАО и землей – штатное заземление при этом разрывается, и происходит подскок потенциала корпуса БАО относительно «земли» (рис. 7);

– испытание током формы 5А, который подается в цепь заземления БАО (рис. 8). Для того, чтобы этот ток был постоянным независимо от формы и параметров заземлителя БАО, в генераторе предусмотрен штатный заземлитель как часть разрядного контура генератора, через который и заземляется корпус БАО.

Схема испытаний БАО напряжением « U_4 » приведена на рис. 7 (в соответствии с рисунком 22-13 КТ- 160D).

Схема испытаний бортового оборудования летательных аппаратов БАО током « I_{5A} » приведена на рис. 8 (в соответствии с рисунком 22-13 КТ- 160D).

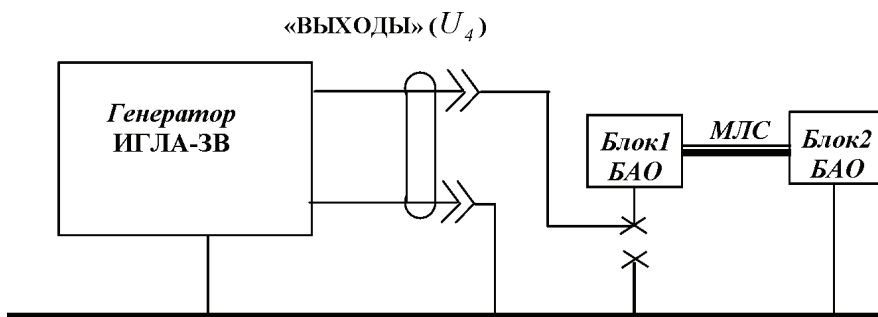


Рисунок 7 – Схема испытаний БАО в режиме « U_4 »

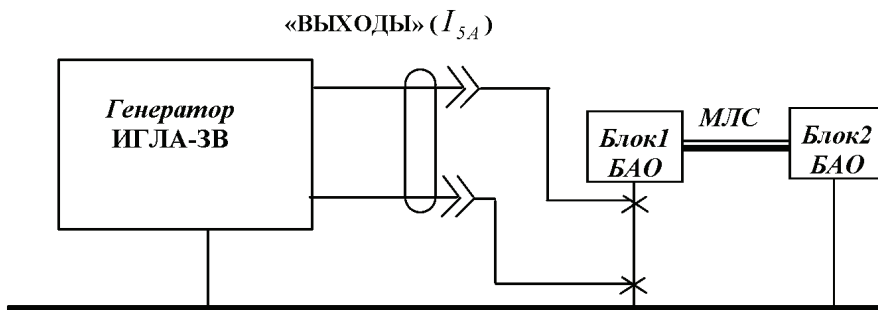


Рисунок 8 – Схема испытаний БАО в режиме « I_{5A} »

При испытаниях БАО тем или другим видом испытаний переключатели на передней панели генератора необходимо установить в такие положения, чтобы обеспечить необходимую циклограмму испытаний, а именно: установить форму и полярность испытательного импульса, количество испытательных импульсов (не менее 10) и интервал между импульсами, который выбирается таким образом, чтобы за межимпульсный интервал провести проверку работоспособности БАО после каждого нагружения.

Выводы. Генератор ИГЛА-ЗВ прошел государственную аттестацию и успешно применяется в Испытательной лаборатории НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» для проведения испытаний БАО на молниестойкость методом «ВВОДА В ЗАЗЕМЛЕНИЕ».

Список литературы: 1. КТ 160D. Условия эксплуатации и окружающей среды для бортового авиационного оборудования. (Внешние воздействующие факторы – ВВФ). Требования, нормы и методы испытаний. Раздел 22.0 Восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией.

Поступила в редколлегию 10.09.2013

УДК 621.317.3

Генератор для проведения испытаний бортового авиационного оборудования на восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией («ВВОД В ЗАЗЕМЛЕНИЕ») / Ю. С. Немченко, В. В. Князев, И. П. Лесной, С. Б. Сомхив, Т. Н. Островерх // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. – № 60 (1033). – С. 76-82. – Бібліогр.: 1 назв.

Описано конструкцію та результати атестації генератора, призначеного для випробувань бортового авіаційного обладнання на сприйнятливість до перехідних процесів, викликаним блискавкою, відповідно до вимог міжнародних стандартів. Генератор виробляє імпульси напруги та струму форм 4 та 5А по п'ятих рівнях іспитів, випробування проводяться методом «введення в уземлення».

Ключові слова: випробування, бортове обладнання, несприйнятливість, блискавка, перехідні процеси, генератор, атестація.

The construction and the results of the attestation of the generator intended for testing of the on-board aircraft equipment on susceptibility to fast transient/burst, caused lightning, according to of International Standards are described. The apparatus generates the test voltage and current of the forms 4 and 5A on five levels tests are conducted by of method «input into grounding».

Keywords: test, board aircraft equipment, immunity, lightning, fast transient burst, generator, attestation.