

ДСТУ 3681—98
(ГОСТ 30585—98)

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

СУМІСНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА

СТІЙКІСТЬ ДО ДІЇ ГРОЗОВИХ РОЗРЯДІВ

Технічні вимоги та методи випробувань

СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ

СТОЙКОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ГРОЗОВЫХ РАЗРЯДОВ

Технические требования и методы испытаний

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF TECHNICAL
EQUIPMENT

STABILITY TO ACTIONS OF LIGHTNING DISCHARGES

Technical requirements and methods of tests

Чинний від 1999—07—01

1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ

Цей стандарт поширюється на нановорозроблені, виготовлювані та імпортовані технічні засоби (ТЗ), які мають у своїй основі радіотехнічне, радіоелектронне, електронне та електротехнічне обладнання, включаючи об'єкти аерокосмічної техніки.

Стандарт установлює технічні вимоги та методи проведення випробувань ТЗ на заводо-тривалість та електромагнітну стійкість до дії грозових розрядів, визначає ступені жорсткості випробувань, правила відбору й оцінки результатів випробувань зразків ТЗ.

Стандарт не поширюється на вимоги, що ставляться до ТЗ щодо їхньої термічної та динамічної стійкості під час прямих ударів блискавки.

Вимоги цього стандарту є обов'язковими.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі стандарти:

ДСТУ 3215—95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення

Видання офіційне

1033

ГОСТ 12.2.007.3-75 ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 1516.2-76 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортировки в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 24555-81 Система государственных испытаний продукции. Порядок аттестации испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ 29037-91 Совместимость технических средств электромагнитная. Сертификационные испытания. Общие положения

ГОСТ 29073-91 Совместимость технических средств измерения, контроля и управления промышленными процессами электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам. Общие положения

ГОСТ 29156-91 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 30374-95 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ 29254-91 Совместимость технических средств электромагнитная. Аппаратура измерения, контроля и управления технологическими процессами. Технические требования и методы испытаний на помехоустойчивость

ГОСТ 29280-92 Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Общие положения

СТ СЭВ 4702-84 Универсальная международная система автоматического контроля, регулирования и управления (УРС). Изделия УРС. Общие методы испытаний на устойчивость к электромагнитным помехам

ДСТУ 2626-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до імпульсного магнітного поля. Технічні вимоги та методи випробувань

ДСТУ 2793-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до потужних електромагнітних завад. Загальні положення

3 ВИЗНАЧЕННЯ

У цьому стандарті подано такі терміни та визначення:

— **електромагнітна сумісність (ЕМС) ТЗ** — здатність ТЗ зберігати необхідну якість функціонування під час дії на них електромагнітних завад з регламентованими значеннями параметрів та не створювати при цьому електромагнітних завад іншим ТЗ;

— **технічні засоби** — електротехнічні, радіотехнічні та електронні вироби, обладнання та апаратура виробничо-технічного, народногосподарського та культурно-побутового призначення;

— **витривалість ТЗ щодо електромагнітних завад (завадовитривалість)** — здатність ТЗ зберігати необхідну якість функціонування під час дії на них електромагнітних завад з регламентованими значеннями параметрів;

— **стійкість ТЗ до електромагнітної дії грозових розрядів (грозостійкість)** — здатність ТЗ протистояти уражувальній дії великих струмів, високих напруг (перенапруг) та електромагнітних полів грозових розрядів до певного їхнього рівня;

— **електромагнітна завада; завада** — електромагнітний процес, який погіршує або може погіршити якість функціонування ТЗ;

- **якість функціонування** — сукупність властивостей та параметрів, що характеризують працездатність ТЗ;
- **пряме ураження блискавкою ТЗ (прямий удар)** — грозова дія, під час якої канал блискавки безпосередньо контактує з ТЗ;
- **електромагнітна дія блискавки на ТЗ** — дія на ТЗ електричних та магнітних (електромагнітних) полів грозових розрядів;
- **небезпечний тракт ТЗ** — за ДСТУ 2793;
- **ступінь жорсткості випробувань** — значення електромагнітної величини, що впливає на завадовитривалість;
- **іскровий розряд** — повний розряд, що відбувається в газовому або рідкому діелектрику;
- **перекриття** — повний розряд, що відбувається в газовому або рідкому діелектрику вздовж поверхні твердого діелектрика;
- **пробій** — повний розряд, що відбувається в твердому діелектрику;
- **імпульс електричний** — короточасне відхилення електричного сигналу від деякого постійного значення, що спостерігається протягом певного проміжку часу.

4 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.1 ТЗ повинні зберігати працездатність та потрібну, за вимогами експлуатації, якість функціонування в умовах активної грозової діяльності, в разі уражувальної дії та дестабілізуючого впливу на ці засоби або їхні системи великих струмів, високих напруг (перенапруг) та електромагнітних полів грозового походження.

4.2 Для визначення здатності ТЗ функціонувати за умов активної грозової діяльності ці засоби необхідно випробовувати на стійкість (витривалість) до дій грозових розрядів з регламентованими значеннями параметрів.

4.3 Перелік ТЗ за їхніми збільшеними видами, що підлягають випробуванням на стійкість до дії грозових розрядів, включаючи номенклатуру цих засобів, які повинні обов'язково бути сертифіковані на відповідність вимогам EMC за умов грозової діяльності, наведено в додатку А.

4.4 У процесі проведення випробувань ТЗ на грозостійкість повинна бути визначена відповідність технічних характеристик, що визначають електромагнітну стійкість ТЗ щодо дії грозових розрядів, до вимог стандартів та норм, які належать до цієї галузі.

Перелік основних технічних характеристик, які визначають електромагнітну стійкість ТЗ щодо дії грозових розрядів, наведено в додатку Б.

4.5 Випробування ТЗ на стійкість щодо дії грозових розрядів включають такі їхні види:

- випробування напругами та струмами блискавки;
- випробування електромагнітними полями грозових розрядів;
- випробування струмами та напругами, що виникають у небезпечних трактах ТЗ.

4.6 Види та методи випробувань на грозостійкість, а також ступені жорсткості випробувань повинні бути встановлені у стандартах та (або) ТУ на ТЗ конкретного типу.

Рекомендовані види випробувань ТЗ на грозостійкість для різної їхньої номенклатури наведено в додатку В.

4.7 Якщо умови експлуатації ТЗ завчасно не задані або невідомі, обладнання цих засобів та самі ТЗ потрібно випробовувати на грозостійкість з найвищим ступенем жорсткості.

4.8 Випробування ТЗ на грозостійкість проводять під час безперервного функціонування ТЗ у режимі, установленому технічною документацією на ТЗ, який забезпечує найбільшу сприйнятливості цих засобів щодо грозових дій.

4.9 Для порівняння результатів випробувань зразків ТЗ однотипні діючі випробувальні чинники повинні відтворюватися відносно однорідними з характеристиками, що повторюються.

4.10 Відповідність між видами ТЗ (які серійно випускаються, розробляються та імпортується) та категоріями їхніх випробувань на грозостійкість (сертифікаційних, періодичних, типових та приймально-здавальних) — за ГОСТ 29073.

4.11 Порядок відбору для випробувань зразків ТЗ промислового та народногосподарського призначення — за ГОСТ 29073, об'єктів верокозмичної техніки — згідно з вимогами стандартів або ТУ на ці об'єкти.

4.12 Для виконання випробувань ТЗ на грозостійкість потрібно використовувати засоби вимірювання, які мають клеймо або свідоцтво про держпівірку.

Нестандартні засоби вимірювання, які використовують під час цих випробувань, повинні бути атестовані за ДСТУ 3215, випробувальне обладнання — за ГОСТ 24555.

4.13 Випробування на грозостійкість проводять випробувальні лабораторії (центри), акредитовані за встановленим порядком.

4.14 Випробування необхідно виконувати з дотриманням вимог безпеки, що їх установлено в ГОСТ 12.3.019, а також НД на конкретні види ТЗ.

Імпульсні генератори та пристрої зв'язку-розв'язання повинні відповідати вимогам, які встановлено в ГОСТ 12.2.007.3.

5 ВИПРОБУВАННЯ НАПРУГАМИ ТА СТРУМАМИ БЛИСКАВКИ

5.1 Загальні положення

5.1.1 Випробування на грозостійкість напругами та струмами блискавки проводять для ТЗ: — які у процесі експлуатації можуть бути піддані або піддаються прямому ураженню (ударам) блискавкою;

— на які стікають (відгалужуються) струми з уражених блискавкою об'єктів, що мають гальванічний зв'язок з цими ТЗ;

— на яких можливий іскровий розряд або перекриття ізоляційних проміжків між ураженими блискавкою об'єктами та близько розташованими ТЗ.

5.1.2 Під час випробувань ТЗ на грозостійкість допускається відтворювати окремо основні характеристики напруг і струмів, що супроводжують розряд блискавки та чинять уражувальну дію і справляють дестабілізуювальний вплив на ці засоби.

5.1.3 Випробування ТЗ на грозостійкість включають такі види:

— високою імпульсною напругою;

— повним струмом блискавки;

— струмами блискавки часткового відтворення.

5.1.4 Випробування високою імпульсною напругою проводять з метою визначення найбільш імовірних точок ураження ТЗ блискавкою, шляхів зовнішніх перекриттів та внутрішніх пробів, включаючи випробування на імпульсну електричну міцність ізоляції цих засобів.

5.1.5 Випробування струмами блискавки проводять з метою визначення ступеня грозових електромагнітних дій на радіо- та електротехнічне обладнання ТЗ.

5.2 Випробувальні імпульси напруги

5.2.1 Для випробувань ТЗ на грозостійкість повинні використовуватися такі види імпульсів напруги, форми яких наведено в додатку Г:

— імпульсна напруга з швидкістю наростання 10^3 кВ/мкс (± 20 %) (рисунок Г.1), що діє на об'єкт випробування до появи пробою на об'єкт або виникнення дугового перекриття через нього на землю, що використовується для визначення шляхів зовнішніх перекриттів та місць внутрішніх пробіів;

— імпульсна напруга (рисунок Г.2) з часовими характеристиками:

тривалість фронту — 1,2 мкс (± 30 %),

тривалість півспаду — 50 мкс (± 20 %),

що використовується для випробувань ізоляції ТЗ на імпульсну електричну міцність.

5.2.2 Імпульси високої напруги за 5.2.1 використовують для всіх видів випробувань (сертифікаційних, періодичних, типових та приймально-здавальних).

5.3 Випробувальні імпульси струму

5.3.1 Для випробувань ТЗ на грозостійкість повним струмом блискавки повинен використовуватися імпульс струму, форму якого наведено в додатку Д (рисунок Д.1) з часовими характеристиками:

тривалість фронту — 2 мкс (± 30 %),

тривалість півспаду — 50 мкс (± 20 %).

5.3.2 Для випробувань ТЗ на грозостійкість струмами блискавки часткового відтворення повинні використовуватися імпульси струму, форму яких наведено в додатку Е (рисунки Е.1 і Е.2):

— імпульс струму (рисунок Е.1) із швидкістю наростання на лінійному відрізку не менше 15 кА/мкс (± 20 %) та мінімальною амплітудою 30 кА (± 10 %);

— демпфований коливальний імпульс (рисунок Е.2), що імітує низькочастотні та високочастотні ефекти дії на ТЗ струму блискавки:

а) для оцінювання ефекту низькочастотної дії:

мінімальна амплітуда — 20 кА (± 10 %),

частота коливань — 2 кГц (± 20 %);

б) для оцінювання ефекту високочастотної дії:

мінімальна амплітуда — 10 кА (± 10 %),

частота коливань — 100 кГц (± 30 %).

Демпфування амплітуди п'ятого півперіоду повинно становити 5 % порівняно з амплітудою першого півперіоду.

5.3.3 Імпульс повного струму блискавки за 5.3.1 придатний для всіх видів випробувань та обов'язковий для сертифікаційних і приймально-здавальних випробувань об'єкта в цілому.

Імпульси струму блискавки часткового відтворення за 5.3.2 у повній їхній номенклатурі придатні для всіх видів випробувань, крім сертифікаційних та приймально-здавальних, під час випробування об'єкта в цілому та його складових частин.

5.4 Ступінь жорсткості випробувань

5.4.1 Установлюють чотири ступені жорсткості випробувань ТЗ на грозостійкість за 5.3.1.

5.4.2 Ступені жорсткості випробувань наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Ступінь жорсткості	Амплітуда імпульсу струму часткового відтворення, кА ($\pm 10\%$)
1	30
2	100
3	200
4*	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

5.5 Випробувальні пристрої, обладнання та апаратура

5.5.1 Випробування ТЗ на грозостійкість напругами та струмами блискавки повинні виконуватися за допомогою пристроїв, які забезпечують подавання на випробувані ТЗ (ВТЗ) високих імпульсних напруг та проходження через ці засоби великих імпульсних струмів з параметрами, що відповідають вимогам 5.2.1, 5.3.1, 5.3.2 та 5.4.2.

5.5.2 Імпульси високої напруги отримують за допомогою генераторів імпульсних напруг (ГІН).

5.5.3 Для отримання імпульсів струму повинні використовуватися вибухомагнітні генератори або генератори імпульсних струмів (ГІС) з ємнісними або ємнісно-індуктивними накопичувачами енергії.

5.5.4 Майданчик для випробувань, на якому розміщується ВТЗ, повинен являти собою заземлений металевий (алюмінієвий чи мідний) лист (еталонна площа землі) завтовшки не менше 0,25 мм. Можуть використовуватися інші металеві листи завтовшки не менше 0,65 мм.

Площа листа має забезпечувати розміщення на ньому випробуваного об'єкта і повинна бути не менше 1 м². Під час виготовлення збірного майданчика для випробувань, його елементи необхідно з'єднувати металізованими перемичками з перехідним опором не більше 600 мкОм.

5.5.5 Контроль за роботою та амплітудно-часовими характеристиками високовольтних випробувальних пристроїв повинен здійснюватися за допомогою контрольно-реєструвальної та вимірювальної апаратури серійного випуску, що входить до їхнього складу, а також спеціальних, атестованих за 4.12 пристроїв (високовольтних вимірювачів напруги, струмових шунтів, повітряних трансформаторів тощо), які працюють спільно з електронно-променевими осцилографами.

Відносна похибка вимірювань не повинна бути більше 10 %.

5.6 Підготовка до випробувань

5.6.1 На початку випробувань ВТЗ повинні бути перевірені на функціонування відповідно до НД на ці вироби.

5.6.2 Випробувальні пристрої на початку випробувань необхідно прокалібрувати на відповідність вимог, що ставляться до амплітудно-часових характеристик чинників, які діють на ВТЗ.

5.6.3 ВТЗ розташовують на майданчику для випробувань згідно з вимогами 5.5.4. Клеми «Заземлення» ВТЗ потрібно з'єднати з заземленим майданчиком для випробувань.

5.6.4 Майданчик для випробувань, а також випробувальні пристрої, що мають бути заземлені, та вимірювальну апаратуру необхідно під'єднати до загального лабораторного контуру заземлення.

5.6.5 Перед випробуванням повинні бути проведені організаційні та технічні заходи щодо забезпечення техніки безпеки згідно з вимогами 4.14 та чинними нормами та правилами влаштування й експлуатації електропристроїв певного класу напруг.

5.7 Умови випробувань

5.7.1 Випробування потрібно проводити в нормальних кліматичних умовах за ГОСТ 15150, якщо у стандартах або ТУ на конкретні види виробів немає інших вказівок.

5.7.2 Навколишня електромагнітна обстановка, сторонні кондуктивні завади, що діють на ВТЗ і не пов'язані з відтворюваними дестабілізуючими уражувальними чинниками грозової дії, не повинні впливати на результати випробувань.

5.7.3 Умови роботи ВТЗ під час випробувань повинні відповідати зазначеним у стандартах або ТУ на конкретні види виробів і враховувати вимоги безпеки під час високовольтних випробувань, а також вимоги до заземлень та електричних з'єднань.

5.7.4 Навантаження та інформаційні вхідні сигнали ВТЗ мають бути задані відповідно до вимог СТ СЭВ 4702.

5.7.5 ВТЗ під час випробувань за можливості повинен виконувати всі передбачені стандартами або ТУ функції.

5.8 Проведення випробувань

5.8.1 Випробування здійснюються поданням на ВТЗ імпульсів напруги та струму з параметрами, що відповідають вимогам 5.2, 5.3 та 5.4.2.

5.8.2 Випробування мають проводитися згідно з програмою, яка складається з урахуванням реальних умов експлуатації ВТЗ, їхнього виду та вимог щодо виробів у НД на їхній конкретний вид, і повинні визначати:

- вид діючих імпульсів (за умови обов'язкових випробувань напругами та струмами блискавки);

- кількість імпульсів напруги та струму, що подаються (не менше трьох кожного виду за одне випробування);

- ступінь жорсткості випробувань;

- послідовність дій імпульсів;

- критерії оцінки стійкості ВТЗ.

5.8.3 Випробування здійснюються вмиканням ВТЗ у розрядний контур випробувального пристрою.

Найбільш поширені схеми, що їх використовують у випробуваннях, наведено в додатку Ж.

5.8.4 Точками прикладення випробувальних імпульсів напруги (підведення струмів) є місця найбільш імовірного ураження ТЗ природною блискавкою.

Прикладення випробувальних напруг та струмів до будь-яких точок ВТЗ не дозволяється.

Примітка. Другою точкою підмикання ВТЗ у розрядний контур випробувального пристрою, як правило, є точка стікання струмів блискавки з ТЗ (для заземлених ТЗ це точка заземлення корпусу).

6 ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ПОЛЯМИ ГРІЗОВИХ РОЗРЯДІВ

6.1 Загальні положення

6.1.1 Випробування на завадовитривалість та стійкість до уражувальної дії дестабілізуючого впливу електромагнітних полів грозових розрядів необхідно здійснювати для усіх ТЗ, що мають у своїй основі радіо- та електротехнічне обладнання, перелік яких наведено в додатку А. Виняток становлять ТЗ, для яких випробування на грозостійкість (втривалість) окремо обумовлені у НД на ці засоби.

6.1.2 Випробування ТЗ на стійкість до дії грозових електромагнітних полів включають такі види випробувань:

- імпульсним електричним полем;
- імпульсним магнітним полем;
- грозовим електромагнітним імпульсом (ГЕМІ).

6.2 Випробувальні імпульси електромагнітних полів грозових розрядів

6.2.1 Для випробування ТЗ на грозостійкість (завадовитривалість) до імпульсних електричних полів використовують імпульс напруженості електричного поля, форму якого наведено в додатку И (рисунок И.1), з такими часовими характеристиками:

тривалість фронту імпульсу — 100 мкс ($\pm 20\%$),

тривалість півспаду імпульсу — 10 мс ($\pm 20\%$).

6.2.2 Для випробування ТЗ на грозостійкість (завадовитривалість) до імпульсних магнітних полів використовується імпульс напруженості магнітного поля, форму якого наведено в додатку И (рисунок И.1), з такими характеристиками:

тривалість фронту імпульсу — 2 мкс ($\pm 20\%$),

тривалість півспаду імпульсу — 50 мкс ($\pm 20\%$).

Примітка: ТЗ, які розміщені на електростанціях усіх видів, додатково повинні випробовуватися на завадовитривалість щодо дії імпульсних магнітних полів грозових розрядів за ДСТУ 2626.

6.2.3 Для випробувань ТЗ на грозостійкість (завадовитривалість) до ГЕМІ використовується імпульс електромагнітного поля, форму якого наведено в додатку И (рисунок И.1), з такими часовими характеристиками:

тривалість фронту імпульсу — 0,1 мкс ($\pm 30\%$),

тривалість півспаду імпульсу — 1,0 мкс ($\pm 20\%$).

6.3 Ступінь жорсткості випробувань

6.3.1 Ступені жорсткості випробувань імпульсними електричними полями грозових розрядів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Ступінь жорсткості	Напруженості електричного поля, кВ/м ($\pm 10\%$)
1	50
2	150
3	300
4*	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

6.3.2 Ступені жорсткості випробувань імпульсними магнітними полями грозових розрядів наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Ступінь жорсткості	Напруженості магнітного поля, А/м ($\pm 10\%$)
1	50
2	150
3	300
4*	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

6.3.3 Ступені жорсткості випробувань на дію ГЕМІ наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Ступінь жорсткості	Напруженості електромагнітного поля,	
	електричне кВ/м ($\pm 10\%$)	магнітне А/м ($\pm 10\%$)
1	15	40
2	50	120
3	100	250
4*	—	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

6.4 Випробувальні пристрої, обладнання та апаратура

6.4.1 Випробувальні пристрої повинні мати джерела високої напруги, великих струмів або їхньої комбінації та системи полеутворення, що забезпечують отримання у заданому об'ємі (області) електричних та магнітних (електромагнітних) полів, необхідних амплітудно-часових характеристик, а також комплекс допоміжних контрольно-вимірювальних приладів.

6.4.2 Для створення випробувальних імпульсних електричних полів використовують полеутворювальні системи, що являють собою плоский повітряний конденсатор, одним з електродів якого є еталонна площа землі, а другим (високовольтним) повинен бути електрод з формою електрода Роговського.

6.4.3 Імпульсні магнітні поля отримують за допомогою індукційної котушки за ДСТУ 2626.

6.4.4 Імпульсні поля ГЕМІ отримують у системі полеутворення типу ТЕМ-камер або смужкових ліній, які забезпечують формування у своєму робочому об'ємі плоскої електромагнітної хвилі з відношенням амплітуд напруженостей електричного та магнітного полів, що становить $E/H = 120 \pi \text{ Ом}$.

Примітка. Допускається заміна полеутворювальних систем типу електродів Роговського та котушок Гельмгольца полеутворювальною системою типу смужкових ліній, які працюють у квазістаціонарному режимі.

6.4.5 Лінійні розміри систем полеутворення потрібно вибирати за умов забезпечення отримання робочого об'єму з однорідним полем, достатнього для розміщення в ньому ВТЗ.

Напруженості випробувальних електричних, магнітних та електромагнітних полів за внесення у робочі об'єми ВТЗ не повинні відрізнятись від номінальних значень більше ніж на 3 дБ.

6.4.6 Контроль за роботою випробувальних пристроїв і амплітудно-часовими характеристиками електричних, магнітних та електромагнітних полів, генерованих цими пристроями, здійснюють за допомогою контрольно-реєструвальної та вимірювальної апаратури серійного випуску, яка є у їхньому складі, а також спеціально атестованих пристроїв (вимірювачів напруженості електричних та магнітних полів, котрі працюють спільно з електронно-променевими осцилографами), що відповідають вимогам 4.12.

Відносна похибка вимірювань не повинна бути більше 10 %.

6.5 Підготовка до випробувань

6.5.1 Перед випробуваннями ВТЗ потрібно узгодити з вимогами 5.6.1.

6.5.2 Випробувальний пристрій перед початком випробувань повинен відповідати вимогам 5.6.2.

6.5.3 ВТЗ розташовують у робочому об'ємі полеутворювальної системи, що задовольняє вимоги 6.4.5.

6.5.4 ВТЗ розміщують на ізольованій опорній площині завтовшки не менше 100 мм, яку необхідно встановити на заземлений металевий лист (еталонна площина землі), що відповідає вимогам 5.5.4.

Клеми «Заземлення» ВТЗ належить з'єднати з заземленим майданчиком для випробувань.

6.5.5 Заземлення майданчика для випробувань, випробувального пристрою та вимірювальної апаратури має здійснюватися відповідно до 5.6.4.

6.5.6 Заходи щодо техніки безпеки випробувань повинні відповідати 5.6.5.

6.6 Умови випробувань

Умови випробувань повинні відповідати 5.7.

6.7 Проведення випробувань

6.7.1 Випробування здійснюють шляхом відтворення та дії на ВТЗ електричних, магнітних та електромагнітних полів з параметрами, що відповідають вимогам 6.2 та 6.3.

6.7.2 Випробування проводять відповідно до програми, яку складають з урахуванням реальних умов експлуатації ВТЗ, їхнього виду та вимог до вибору, що відображені у НД на їхній конкретний вид. Ця програма повинна встановлювати:

- вид діючих імпульсів грозових полів;
- кількість імпульсів, що подаються (не менше трьох за одне випробування);
- ступінь жорсткості випробувань;
- орієнтацію ВТЗ щодо векторів діючих напруженостей електричного та магнітного полів;
- послідовність дії імпульсів та їхню полярність;
- критерії визначення грозостійкості (завадовитривалості) ВТЗ.

7 ВИПРОБУВАННЯ СТРУМАМИ ТА НАПРУГАМИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ У НЕБЕЗПЕЧНИХ ТРАКТАХ ТЗ

7.1 Загальні положення

7.1.1 Випробування на грозостійкість (завадовитривалість) струмами та напругами, що виникають у небезпечних трактах ТЗ використовують для:

- ТЗ, які з тих чи інших причин не можуть бути випробувані на грозостійкість (завадовитривалість) (великі габарити, неможливість доставки ВТЗ до місця випробувань тощо);

— ТЗ, які в умовах експлуатації підмикають до мереж електроживлення, ліній керування та передавання інформації;

— випробувань систем грозозахисту вхідних (вихідних) кіл ТЗ.

7.1.2 ТЗ випробовують імпульсними струмами та напругами з найбільш імовірними амплітудно-часовими характеристиками, які виникають у небезпечних трактах ТЗ у разі уражуаальних дій та дестабілізувальних впливів грозових розрядів.

7.1.3 Небезпечні тракти ТЗ визначені ДСТУ 2793.

7.2 Випробувальні імпульси струму та напруги

7.2.1 До випробувальних імпульсів струму та напруги, графічне зображення яких наведено в додатку К (рисунки К.1–К.4), належать:

— імпульс напруги (рисунок К.1) з такими часовими характеристиками:

тривалість фронту — 1,2 мкс ($\pm 30\%$),

тривалість півспаду — 50,0 мкс ($\pm 20\%$),

призначений для випробувань ТЗ на грозостійкість (завадовитривалість) на входах (виходах) імпульсами з амплітудою до 4 кВ і випробувань на грозостійкість елементної бази вхідних (вихідних) кіл ТЗ, які підмикають до повітряних ліній зв'язку, та кіл електроживлення, імпульсами з амплітудою до 20 кВ, включаючи випробування на електричну міцність ізоляції вхідних (вихідних) кіл;

— імпульс струму (рисунок К.2) з такими часовими характеристиками:

тривалість фронту — 8,0 мкс ($\pm 20\%$),

тривалість півспаду — 20,0 мкс ($\pm 20\%$),

призначений для випробувань на завадовитривалість систем ТЗ, що мають індуктивно пов'язані кола імпульсами з амплітудою до 2 кА та випробувань на грозостійкість вхідних (вихідних) кіл ТЗ, які підімкнені до підземних кабельних ліній зв'язку, імпульсами з амплітудою до 20 кА;

— імпульс напруги (струму) (рисунок К.1) з часовими характеристиками:

тривалість фронту — 10,0 мкс ($\pm 20\%$),

тривалість півспаду — 700,0 мкс ($\pm 20\%$),

призначений для випробувань на завадовитривалість елементної бази вхідних (вихідних) кіл та систем ТЗ, що підімкнені до телекомунікаційних ліній, імпульсами з амплітудою напруги до 4 кВ та струму до 500 А;

— біполярний імпульс напруги з часом наростання до U_m^+ на фронті менше 0,1 мкс ($\pm 30\%$), часом переходу через нуль 2 мкс ($\pm 30\%$) і співвідношеннями амплітуд позитивної та негативної полярності $U_m^+ / U_m^- = 15$ (рисунок К.3), призначений для випробувань вхідних кіл, антено-фідерних трактів ТЗ та вхідних (вихідних) кіл міжблокових ліній зв'язку, включаючи бортові кола літальних апаратів, імпульсами з амплітудою до 2 кВ;

— демпфовані коливальні імпульси напруги (рисунок К.4) з такими часовими характеристиками:

а) дзвінка хвиля

час наростання на фронті до U_m^+ — 0,5 мкс ($\pm 30\%$),

частота наступних коливань — 100 кГц ($\pm 20\%$),

характер демпфування — кожний наступний пік коливання становить 60 % від попередньої амплітуди;

б) загасаючі коливання

час наростання на фронті до U_m^+ — 75 нс ($\pm 30\%$),

частота наступних коливань — 0,1 МГц ($\pm 20\%$) або 1 МГц ($\pm 30\%$) або 10 МГц ($\pm 30\%$)

характер демпфування — 60 % від амплітуди першого піка через 3-6 періодів коливань, призначені для випробувань вхідних (вихідних) кіл ТЗ, що підмикаються до низьковольтних електричних кіл загального призначення, промислових мереж, підземних кабельних ліній зв'язку, міжблокових ліній зв'язку, включаючи бортові кола літальних апаратів, а також низьковольтних кіл електроживлення імпульсами з амплітудою до 4 кВ.

7.2.2 Допускається до випробувальних імпульсів струму та напруги відносити інші їхні види, що не наведені у 7.2.1, якщо вони відповідають зазначеним у НД на конкретні види ТЗ.

Рекомендації щодо вибору випробувальних імпульсів струму та напруги, наведених у 7.2.1, подано у додатку В.

7.3 Ступінь жорсткості випробувань

7.3.1 Ступені жорсткості випробувань мікросекундними імпульсами напруги тривалістю 1,2/50 мкс наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Ступінь жорсткості	Амплітуда імпульсу напруги, кВ ($\pm 10\%$) у разі випробування вхідних (вихідних) кіл ТЗ на	
	завадовитривалість	стійкість
1	0,5	5,0
2	1,0	10,0
3	2,0	15,0
4	4,0	20,0
5*	—	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

7.3.2 Ступені жорсткості випробувань мікросекундними імпульсами струму тривалістю 8/20 мкс наведено в таблиці 6.

Таблиця 6

Ступінь жорсткості	Амплітуда імпульсу струму, кА ($\pm 10\%$) у разі випробування вхідних (вихідних) кіл ТЗ на	
	завадовитривалість	стійкість
1	0,25	5,0
2	0,50	10,0
3	1,00	15,0
4	2,00	20,0
5*	—	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

7.3.3 Ступені жорсткості випробувань мікросекундними імпульсами напруги (струму) тривалістю 10/700 мкс наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Ступінь жорсткості	Амплітуда імпульсу	
	напруги, кВ ($\pm 10\%$)	струму, А ($\pm 10\%$)
1	0,5	62,5
2	1,0	125
3	2,0	250
4	4,0	500
5*	—	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

7.3.4 Ступені жорсткості випробувань біполярними імпульсами напруги наведено в таблиці 8.

Таблиця 8

Ступінь жорсткості	Амплітуда імпульсу напруги, кВ ($\pm 10\%$)
1	0,25
2	0,50
3	1,00
4	2,00
5*	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

7.3.5 Ступені жорсткості випробувань демпфованими імпульсами напруги усіх видів наведено в таблиці 9.

Таблиця 9

Ступінь жорсткості	Амплітуда імпульсу напруги, кВ ($\pm 10\%$)	
	загального виду	диференційного виду
1	0,5	0,25
2	1,0	0,50
3	2,0	1,00
4	4,0	2,00
5*	—	—

* За узгодженням між споживачем та виробником.

7.4 Генератори випробувальних імпульсів, допоміжні пристрої та вимірювальна апаратура

7.4.1 Генератори випробувальних імпульсів (додаток Л).

Імпульси напруги 1,2/50 мкс та струму 8/20 мкс отримують від генератора, спрощену схему якого наведено на рисунку Л.1. Параметри схеми вибирають таким чином, щоб випробувальний генератор створював імпульс напруги в разі неробочого ходу та імпульс струму на короткозамкнутому виході за ефективного внутрішнього опору генератора 1 Ом.

Імпульс напруги (струму) 10/700 мкс отримують від генератора, спрощену схему якого наведено на рисунку Л.2. Внутрішній опір генератора — 40 Ом.

Біполярний імпульс напруги отримують від генератора, що працює на індуктивне навантаження, спрощену схему якого наведено на рисунку Л.3.

Демпфовані імпульси напруги отримують від генератора, що працює на індуктивне навантаження, спрощену схему якого наведено на рисунку Л.4.

7.4.2 Допоміжні пристрої

Як допоміжні використовують пристрої, що визначені СТ СЭВ 4702.

7.4.3 Контроль за роботою випробувальних генераторів та амплітудно-часовими характеристиками генерованих ними імпульсів струму та напруги здійснюється за допомогою контрольно-реєструвальної апаратури серійного випуску, яка входить до їхнього складу, а також спеціальних атестованих пристроїв (РС подільників напруги з вихідним імпульсним опором 50 Ом, струмових шунтів та повітряних трансформаторів, що працюють спільно з електронно-променевими осцилографами), які відповідають вимогам 4.12.

Відносна похибка вимірювань не повинна бути більше 10 %.

7.5 Підготовка до випробувань

7.5.1 ВТЗ перед випробуваннями повинен відповідати вимогам 5.6.1.

7.5.2 Випробувальний пристрій перед початком випробувань повинен відповідати вимогам 5.6.2.

7.5.3 ВТЗ розташовують на майданчику для випробувань згідно з вимогами 5.5.4, 5.6.4 та заземлюють відповідно до 5.6.3.

7.5.4 Заходи щодо техніки безпеки випробувань повинні відповідати 4.14.

7.6 Умови випробувань

Умови випробувань — відповідно до 5.7.

7.7 Проведення випробувань

7.7.1 Випробування необхідно проводити відповідно до програми, яку складають з урахуванням реальних умов експлуатації ВТЗ, їхнього виду та вимог до виробу, що відображені у НД на їхній конкретний вид. Ця програма повинна установлювати:

- вид випробувального імпульсу;
- амплітуду імпульсу, що подається (ступінь жорсткості);
- кількість імпульсів, що подаються (не менше трьох за одне випробування);
- кількість імпульсів, що одночасно подаються на різних входах (виходах) небезпечних трактів ВТЗ;
- послідовність імпульсів, що подаються;
- полярність імпульсів, що подаються;
- критерії якості функціонування ВТЗ.

7.7.2 Подання імпульсів струму та напруги на входи (виходи) небезпечних трактів ВТЗ від випробувальних генераторів — за ГОСТ 29254.

Пристрої зв'язку-розв'язання і ємнісних кліщів зв'язку — за ГОСТ 30374.

7.7.3 У разі випробування ТЗ окремо від ліній зв'язку та зовнішніх кіл останні мають бути замінені на входах (виходах) ВТЗ на еквіваленти своїх навантажень.

8 ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ

8.1 Під час випробувань ТЗ на грозостійкість необхідно застосовувати критерії оцінки стійкості за групами ТЗ згідно з ДСТУ 2793.

8.2 Під час випробувань ТЗ на задовитривалість необхідно застосовувати критерії оцінки витривалості ТЗ за ГОСТ 29073.

9 СЕРТИФІКАЦІЯ ТЗ

Сертифікація ТЗ на відповідність вимогам стійкості та задовитривалості до дій грозових розрядів проводиться за РД 50-697 [1] порядок виконання сертифікаційних випробувань ТЗ установлюють ГОСТ 29037, ГОСТ 29280.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ПЕРЕЛІК
видів ТЗ, що підлягають обов'язковим випробуванням
на стійкість до дії грозових розрядів

А.1 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, включаючи бортові та наземні системи забезпечення їхньої експлуатації.

А.2 Системи автоматизованого керування технологічними процесами та аварійного захисту, що використовуються на вибухо- і екологічно небезпечних об'єктах (АЕС, нафто- та газосховищах, станціях керування та контролю за магістральними продуктопроводами усіх видів тощо).

А.3 Автоматизовані системи керування промисловими та технологічними процесами, включаючи керування системами виробництва, передавання та розподілу електроенергії.

А.4 Електронне та електротехнічне обладнання автомобілів та пристроїв, що мають двигуни внутрішнього згорання, включаючи підйомно-транспортні засоби.

А.5 Обладнання електрорухомого складу міського та залізничного транспорту, включаючи системи централізації, автоматизованого керування та блокування руху.

А.6 Пристрої, обладнання та апаратура, приєднані до повітряних провідних та підвісних кабельних ліній зв'язку, підземних кабельних ліній зв'язку, включаючи лінійні підсилювальні пункти.

А.7 Телевізійна та відеоапаратура.

А.8 Радіоприймальні пристрої та радіопередавальні засоби, крім радіоелектронної апаратури побутового призначення.

А.9 Засоби обчислювальної техніки та інформатики.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

ПЕРЕЛІК
технічних характеристик,
що визначають електромагнітну стійкість ТЗ
до дії грозових розрядів

- Б.1 Рівень напруг та струмів каналу блискавки.
- Б.2 Рівень напруженості електричних, магнітних, електромагнітних полів грозових розрядів.
- Б.3 Рівень струмів розтікання блискавки у землі.
- Б.4 Рівень напруг та струмів, що виникають у небезпечних трактах ТЗ під діями грозових розрядів, включаючи гальванічний вплив струмів блискавки.
- Б.5 Рівень потужності (енергії) грозових завад на входах (виходах) небезпечних трактів ТЗ.
- Б.6 Рівень сприймання (стійкості) ТЗ до грозових електричних, магнітних та електромагнітних полів.
- Б.7 Рівень імпульсної електричної міцності ізоляції та елементної бази вхідних (вихідних) кіл ТЗ.

ДОДАТОК В
(довідковий)

РЕКОМЕНДАЦІЇ
щодо вибору видів випробувань ТЗ
на електромагнітну стійкість до дії грозових розрядів

Таблиця В:1

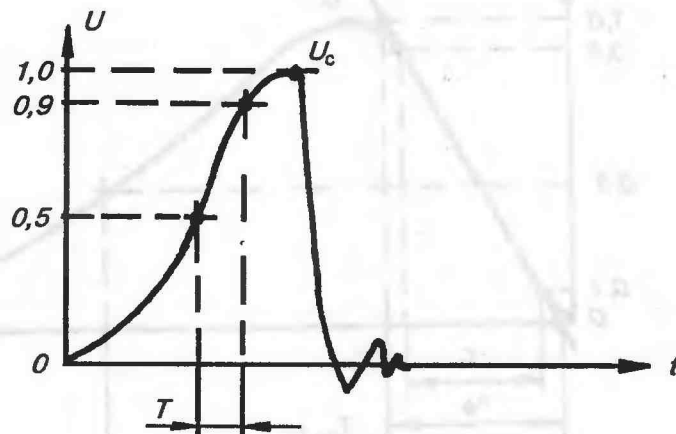
Вид випробування	Вид ТЗ відповідно до переліку в додатку А								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напругами та струмами блискавки:									
високою імпульсною напругою;	Ц	Ц	—	—	Ц	—	—	—	—
повним струмом блискавки	Ц	—	—	—	—	—	—	—	—
струмами блискавки часткового відтворення	Ц	Ц	—	—	Ц	—	—	—	—
Електромагнітними полями грозових розрядів:									
імпульсним електричним полем;	Ц	Ц	—	Ц	—	—	—	—	Ц
імпульсним магнітним полем;	Ц	Ц	Ц	Ц	—	Ц	Ц	Ц	Ц
грозовим електромагнітним імпульсом;	Ц	Ц	—	Ц	—	—	—	—	Ц
Струмами та напругами, що виникають у небезпечних трактах ТЗ:									
імпульсом напруги (струму) тривалістю 1,2/50 мкс та 8/20 мкс відповідно;	Е/І	Е/І	Е/І	—	Е/І	Е/І	Е/І	Е/І	Е/І
імпульсом напруги (струму) тривалістю 10/700 мкс;	—	І	І	—	—	І	І	—	І
біполярним імпульсом напруги;	Е/І	І	І	—	—	І	І	І	І
демпфованим коливальним імпульсом напруги типу «дзвінка хвиля»	—	Е	Е	—	—	Е	Е	Е	Е
загасаючі коливання	Е/І	Е	Е	—	—	Е	Е	Е/І	Е/І

Примітка: Літери в таблиці означають об'єкт дії: Е — кола електроживлення ТЗ; І — кола керування, передавання даних та інформації ТЗ; Ц — ТЗ в цілому.

ДОДАТОК Г

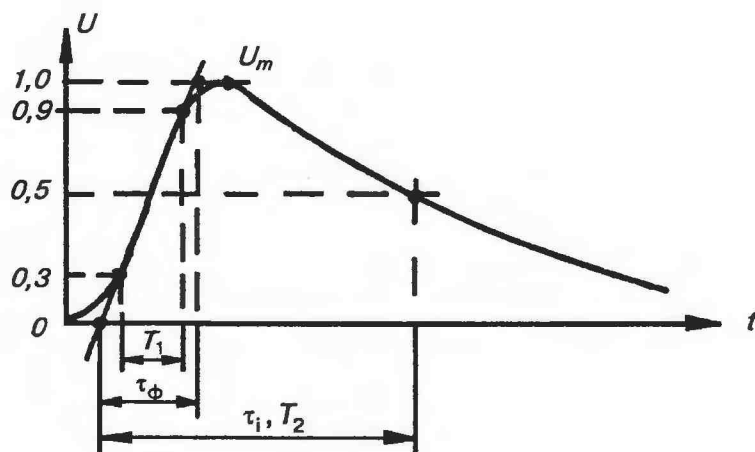
(довідковий)

Форми випробувальних імпульсів напруги



Швидкість наростання: $V = U_c / 2,5 T$.

Рисунок Г.1



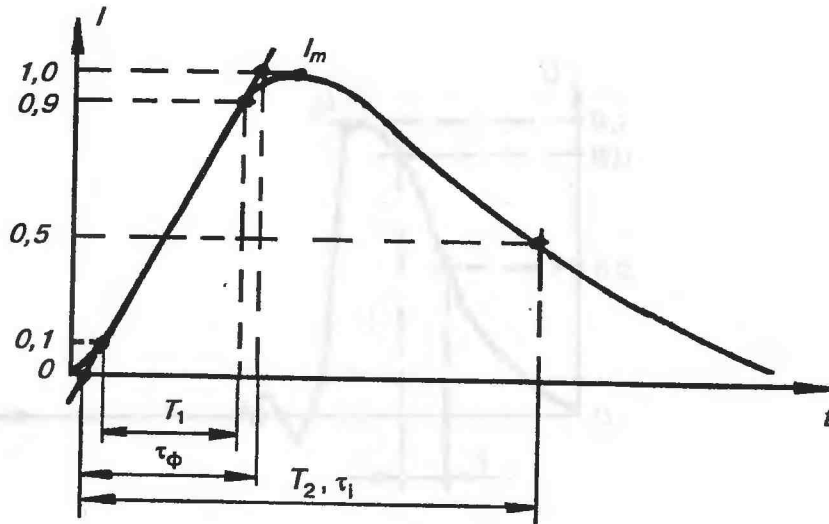
Тривалість фронту: $\tau_\phi = 1,67 T_1$.

Тривалість півспаду: $T_2 = \tau_i$.

Рисунок Г.2

ДОДАТОК Д
(довідковий)

Форма випробувального імпульсу повного струму блискавки



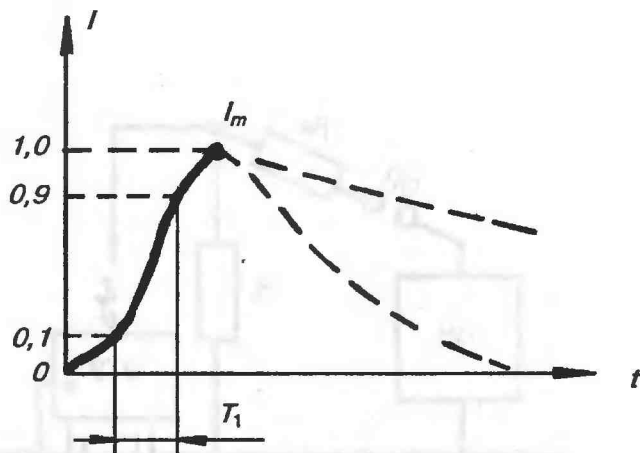
Тривалість фронту: $\tau_\phi = 1,25 T_1$.

Тривалість півспаду: $\tau_1 = T_2$.

Рисунок Д.1

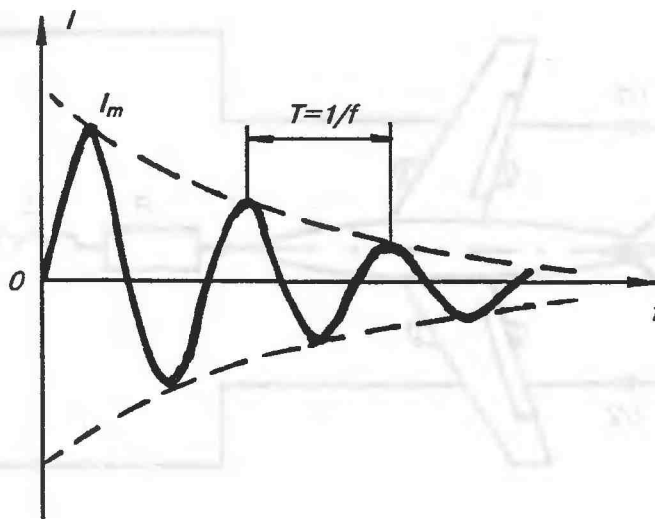
ДОДАТОК Е
(довідковий)

Форми випробувальних імпульсів струму блискавки
часткового відтворення



Швидкість наростання: $V = I_m / 1,25 T_1$.

Рисунок Е.1



Амплітуда: I .

Частота коливання: f .

Рисунок Е.2

ДОДАТОК Ж
(довідковий)

Приклади схем для проведення випробувань напругами та струмами блискавки

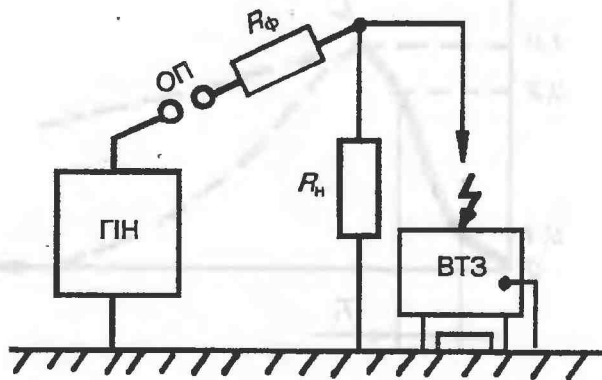


Рисунок Ж.1

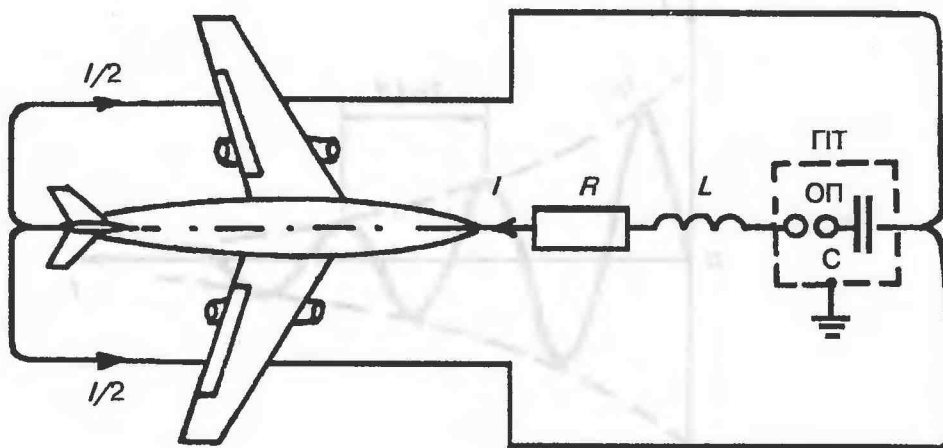
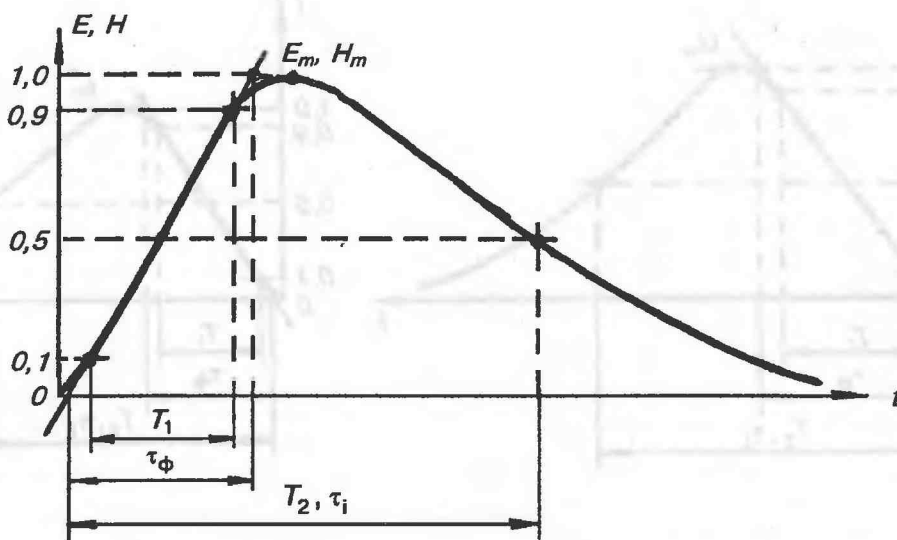


Рисунок Ж.2

ДОДАТОК И
(довідковий)

Форма випробувальних імпульсів напруженості
грозових електромагнітних полів



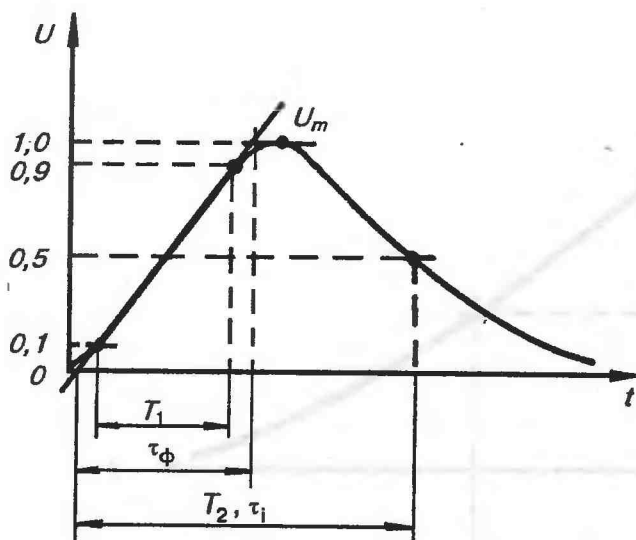
Тривалість фронту: $\tau_\phi = 1,25 T_1$.

Тривалість півспаду: $\tau_i = T_2$.

Рисунок И.1

ДОДАТОК К
(довідковий)

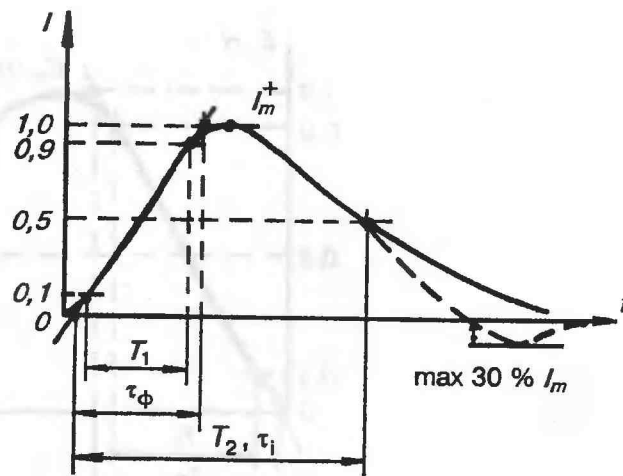
Форми випробувальних імпульсів струму та напруги,
що виникають у небезпечних трактах ТЗ



Тривалість фронту: $\tau_{\phi} = 1,25 T_1$.

Тривалість півспаду: $\tau_i = T_2$.

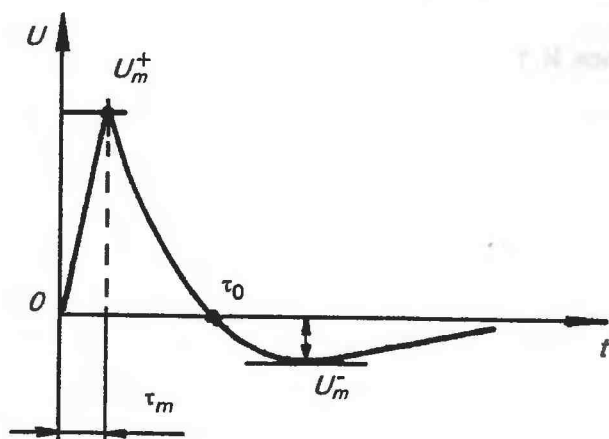
Рисунок К.1



Тривалість фронту: $\tau_{\phi} = 1,25 T_1$.

Тривалість півспаду: $\tau_i = T_2$.

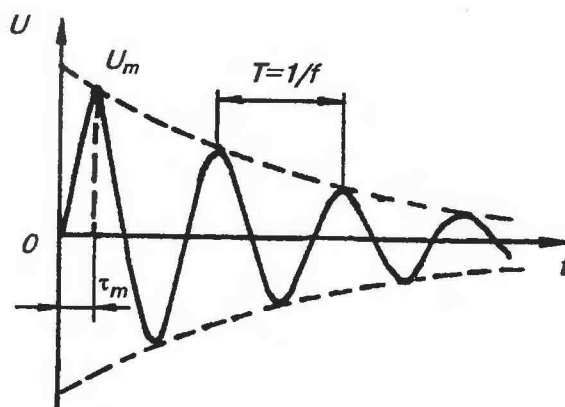
Рисунок К.2



Час наростання на фронті: τ_m

Час переходу через нуль: τ_0

Рисунок К.3



Час наростання на фронті: τ_m

Час переходу через нуль: f

Рисунок К.4

ДОДАТОК Л
(довідковий)

Структурні схеми генераторів імпульсних напруг та струмів

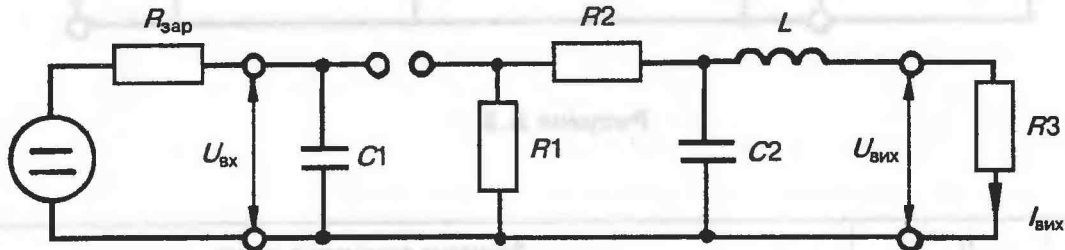


Рисунок Л.1

Таблица Л.1

Форма імпульсу	$U_{вих}, I_{вих}$ за $U_{вх} = 1 \text{ кВ}$	Значення параметрів схеми					
		$C1,$ мкф	$C2,$ мкф	$R1,$ Ом	$R2,$ Ом	$R3,$ Ом	$L,$ мкГн
Напруга 1,2/50 мкс	0,89	4,0	0,34	16,0	1,5	∞	6,0
Струм 8/20 мкс	0,286	8,0	0,34	8,3	1,5	1	12,0

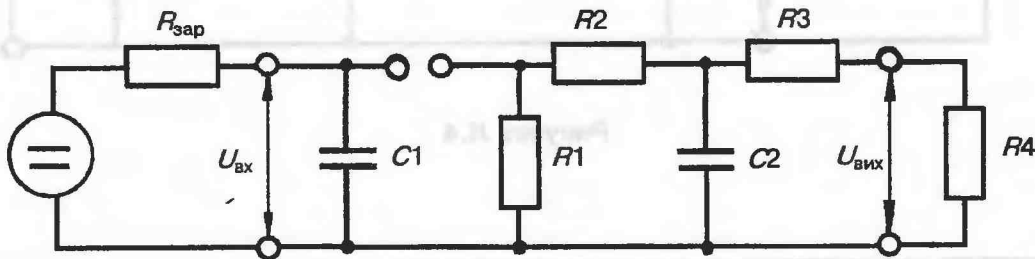


Рисунок Л.2

Таблица Л.2

Форма імпульсу	$U_{вих},$ за $U_{вх} = 1 \text{ кВ}$	Значення параметрів схеми					
		$C1,$ мкф	$C2,$ мкф	$R1,$ Ом	$R2,$ Ом	$R3,$ Ом	$R4,$ Ом
10/700 мкс	0,731	22	0,4	170	13	4	40

Продовження додатка Л

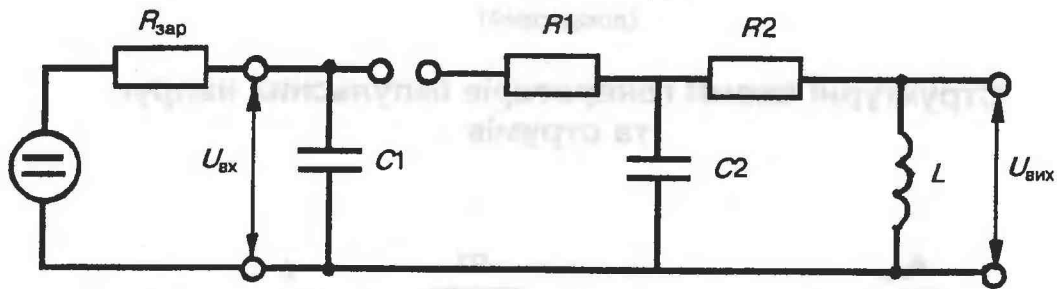


Рисунок Л.3

Таблиця Л.3

Форма імпульсу	$U_{вих}$ за $U_{вх} = 1$ кВ	Значення параметрів схеми				
		$C1$, мкф	$C2$, мкф	$R1$, Ом	$R2$, Ом	L , мкГн
Біполярний	0,867	2,0	0,1	0,3	1,3	1,75

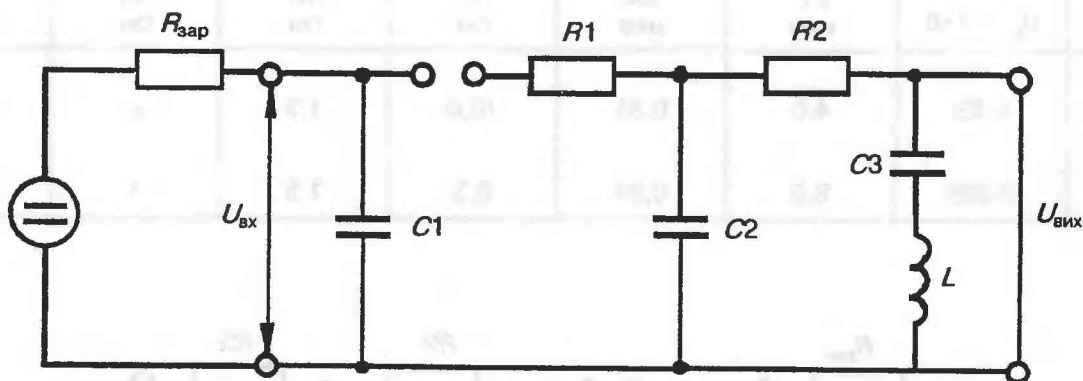


Рисунок Л.4

Таблиця Л.4

Форма імпульсу	$U_{вих}$ за $U_{вх} = 1$ кВ	Значення параметрів схеми					
		$C1$, нф	$C2$, нф	$C3$, мкф	$R1$, Ом	$R2$, Ом	L , мкГн
Демпфований «Дзвінка хвиля»	0,569	10,0	5,0	10,0	46	30	170
Загасаючі коливання $f = 0,1$	0,656	10,0	5,0	10,0	6	16	170
$f = 1,0$	0,656	1,0	0,5	1,0	6	16	17

ДОДАТОК М
(інформаційний)

Бібліографія

1. РД 50—697—90 Положения о сертификации технических средств на соответствие требованиям электромагнитной совместимости и аккредитации испытательных лабораторий (центров) по испытаниям в области ЭМС.М. 1991

Ключові слова: електромагнітна сумісність, стійкість, грозові розряди, випробування.
