

УДК 621.396.677

Г. В. Єрмаков, І. М. Майборода, К. В. Власов, А. В. Ірха

НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОННИХ ЗАМИКАЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТУЖНИХ НАДШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ

Розглянуті можливості застосування надширокосмугових сигналів для нейтралізації електронних замкаючих пристроїв у випадку позасмугового впливу. Наведені числові значення часових та енергетичних характеристик послідовностей випромінюваних сигналів, що забезпечують деградацію напівпровідникових елементів у випадку позасмугового впливу.

К л ю ч о в і с л о в а: надширокосмуговий, система контролю доступу, функціональне ураження, нейтралізація, позасмуговий.

Постановка проблеми. Електронний замок – одна з основних складових систем контролю доступу, достатньо поширений пристрій, який можна зустріти на більшості охороняємих об'єктів. Функціональність сучасних електронних замків така, що вони вже не є окремою деталлю запираючого механізму, а інтегруються в загальну систему безпеки.

Для того, щоб електромеханічний замок надавав доступ на об'єкт тільки певним особам, необхідно просто сповістити їх про запрограмований код. Аналіз конструкцій сучасних замків показав, що їх елементною базою є радіокомпоненти: діоди, транзистори, мікросхеми, процесори. Для відкриття електронних замків використовують брелоки, цифрові коди або біометричні механізми, тобто в конструкції обов'язково присутній приймач сигналу, який і забезпечує відкриття об'єкта, що захищають.

Не зважаючи на очевидні переваги сучасних систем контролю доступу, їхні складові є чутливими до впливу потужних електромагнітних імпульсів (ЕМІ), що спричинює відмову електронних елементів конструкції, основа яких – твердотільні напівпровідникові структури (діоди, транзистори і мікросхеми). Застосування потужного електромагнітного випромінювання може призвести до функціонального ураження системи [1]. У даному випадку під функціональним ураженням розуміється такий стан системи, за якого спостерігається короточасне або тривале порушення працездатності електронної апаратури, що пов'язано з невідновлюваними відмовами напівпровідникових елементів. Технологія функціонального ураження передбачає використання ЕМІ малої тривалості (до 1 нс) та великої пікової потужності. Зазначимо, що результати впливу залежать від відстані між джерелом випромінювання та об'єктом ураження і від спектральних характеристик випромінювання: ширини смуги частот, фронтів та тривалості імпульсу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наш час проведені теоретичні дослідження і створені надширокосмугові (НШС) радіотехнічні системи різного призначення [1; 2]. Основу таких систем складає тракт формування та випромінювання НШС сигналів, який являє собою достатньо відпрацьоване технічне рішення. Тому такий тракт може бути покладений в основу розроблення і створення конкурентноздатних засобів нейтралізації систем контролю доступу, включаючи електронні замки.

Під НШС сигналом розуміють сигнал наносекундної тривалості з великою відносною шириною спектра ($\Delta f / f_{\text{сер}} \approx 1$, де Δf – ширина спектра, $f_{\text{сер}}$ – середня частота). Основною перевагою використання таких сигналів є те, що НШС засіб не призначений для ураження однієї конкретної системи або класу систем, а може використовуватись для ураження широкого діапазону різних систем.

Метою статті є аналіз можливостей нейтралізації електронних замків з використанням НШС сигналів.

Виклад основного матеріалу. Відомі два способи функціонального ураження (нейтралізації) радіоелементної бази електронних замків: внутрішньосмуговий та позасмуговий. Внутрішньосмуговий спосіб є енергетично більш вигідним, але потребує наявності антенної системи у об'єкта, що нейтралізують. Тому основним способом нейтралізації систем контролю доступу можна вважати позасмуговий спосіб, за якого функціональне ураження елементної бази спецобчислювачів, що керують, суттєво залежить як від характеристик радіоелектронних елементів, так і від конструктивного виконання вражаемого об'єкта, наприклад, від конструкції та характеристик

екранів, розмірів і форми технологічних отворів, елементів монтажу, взаємного розташування радіоелектронних елементів на монтажних платах і т. ін. [3]. Тому в даному випадку для оцінювання необхідної потужності ЕМІ доцільно використовувати результати спеціальних експериментальних досліджень стійкості даного типу пристрою до впливу ЕМІ малої тривалості та великої потужності.

Енергетичний поріг для досягнення ефекту деградації радіоелектронних елементів визначається часом релаксації теплових процесів τ , який для напівпровідникових приборів й інтегральних мікросхем складає $\geq 10 \dots 100$ нс. Для підсилення теплового впливу, що спричинює деградацію радіоелементів, необхідні періодичні послідовності НШС сигналів. Вираз для оцінювання необхідної для нейтралізації радіоелектронних елементів потужності на вході напівпровідникового приладу має вигляд [4]:

$$P_{дегр} = \frac{K_n S_{p-n}}{\sqrt{\tau_\Sigma}}, \quad (1)$$

де K_n – стала пошкодження, що залежить від типу напівпровідникового елемента та має розмірність [кВт / мкс^{1/2} · см⁻²]; τ_Σ – сумарний час впливу ЕМІ; S_{p-n} – площа $p-n$ переходу [см²].

Наведений вираз дозволяє визначити сумарну потужність, необхідну для деградації елементів, у випадку позасмугового впливу на них періодичної послідовності імпульсів:

$$P_{дегр}^{ext} = P_{дегр} K_{ен}, \quad (2)$$

де $K_{ен}$ – додатковий коефіцієнт послаблення, що визначається експериментально.

У таблиці наведені значення потужності позасмугового впливу для пачки ультракоротких імпульсів тривалістю $\tau_\Sigma = 100$ мс.

Т а б л и ц я

Значення потужності позасмугового впливу

Типи напівпровідникових елементів	K_n	S_{p-n} , см ²	τ_Σ , мс	$P_{дегр}^{ext}$, мВт	
				$K_{ен} = 30$ дБ	$K_{ен} = 40$ дБ
Діоди і транзистори	0,1	$10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-2}$	10^2	$3 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^3 \dots 2 \cdot 10^5$
Діоди НВЧ	0,01	$10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-2}$	10^2	$3 \cdot 10^1 \dots 2 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^4$
Інтегральні схеми та великі інтегральні схеми	0,1	$10^{-4} \dots 2 \cdot 10^{-3}$	10^2	$3 \cdot 10^1 \dots 6 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2 \dots 6 \cdot 10^3$

Результати наведених розрахунків показують, що потужність, необхідна для деградації елементів у випадку позасмугового впливу $P_{дегр}^{ext}$, повинна бути у межах від 30 до $2 \cdot 10^5$ мВт. Для створення потужностей такого рівня необхідно в подальшому запропонувати відповідну конструкцію НШС антенної системи.

Висновки

У статті наведені часові та енергетичні характеристики послідовностей НШС сигналів, достатні для нейтралізації систем контролю доступу, основним елементом яких є електронні замки. Отримані дані можуть бути використані у розробленні вимог до НШС засобів нейтралізації електронних замків.

Список використаних джерел

1. Кравченко, В. И. Электромагнитное оружие [Текст] / В. И. Кравченко. – Х. : НТУ “ХПИ”, 2008. – 185 с.
2. Генератор мощных наносекундных импульсов [Текст] : пат. 1804271 Рос. Федерация: SU 1804271 А1. 6 Н03К3/53 / И. В. Грехов, В. М. Ефанов, А. Ф. Кардо-Сысоев; заявитель и патентообладатель Физико-техн. ин-т им. А. Ф. Иоффе. – № 4930490/21; заявл. 24.04.91; опубл. 27.06.96, Бюл. № 10/2002.
3. Пономарев, Л. И. Основы ЭМС излучающих систем РЭС [Текст] : учеб. пособие / Л. И. Пономарев. – М. : МАИ, 1989. – 102 с.
4. Панов, В. В. Некоторые аспекты проблемы создания СВЧ средств функционального поражения [Текст] / В. В. Панов, А. А. Саркисян // Зарубежная радиоэлектроника. – 1993. – № 10. – С. 22–24.

Стаття надійшла до редакції 10.06.2012 р.