

УДК 621.39

А.О. Мушаров

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## **АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

*Розглянуто основні види сучасних засобів функціонального ураження електротехнічних засобів комплексів озброєння та військової техніки, їх особливості та характеристики, а також наявні засоби захисту систем електропостачання від силових деструктивних впливів нових видів зброї.*

**Ключові слова:** електромагнітна зброя, силові деструктивні впливи, система електропостачання, накопичувачі енергії.

### **Вступ**

На даний час у більш ніж 25 країнах світу ведуться розробки зразків озброєння на нових фізичних принципах, зразків озброєння, серед яких є такі, які викликають руйнування електротехнічних засобів за рахунок силових деструктивних впливів на систему електропостачання. Розробки нових засобів ураження ведуться в таких країнах, як США (TWR, Raytheon, Lockheed Martin, the Air Force Research Laboratory at Kirtland Air Force Base, New Mexico), Росія (Інститут високих температур Академії наук; Інститут теоретичної електродинаміки; Всеросійський науково-дослідний інститут технічної фізики (Челябінськ-70)), Японія (National Institute of Materials and Chemical Research), Китаї (Institute of Fluid Physics), Італії (Пізанський університет), Франції (Центр атомної енергетики) та багатьох інших.

Для визначення шляхів захисту від нових зразків зброї необхідно розглянути їх основні характеристики.

**Аналіз літератури.** Відомості, щодо нових зразків ураження електротехнічних засобів викладені в [1 – 4, 6]. Так в [1, 3, 6] досить докладно розглянуті основні характеристики сучасних зразків електромагнітної зброї, аналіз небезпеки їх застосування, насамперед, для радіолокаційних станцій та основні способи та засоби захисту. В [2] наведена класифікація та загальні шляхи застосування засобів функціонального ураження автоматизованих систем управління та електронних систем безпеки об'єктів, в [3] розглянуті будова, призначення, характеристики та приклади застосування графітових бомб, як засобів ураження систем електропостачання. Накопичувачі енергії, що являються основною складовою частиною генераторів, на основі яких створюються засоби силового деструктивного впливу на систему електропостачання по провідним каналам, детально розглянуті в [5]. З аналізу літератури можна зробити висновок, що на даний час досить багато уваги приділяється захисту радіолокаційних станцій від потужного електромагнітного імпульсу, створеного зразками електромагнітної зброї, а також захи-

сту автоматизованих систем управління, на основі використання чутливої мікропроцесорної техніки від силових деструктивних впливів, як по бездротовим каналам, так і по мережі електропостачання. При цьому захисту власне системи електропостачання, а також електротехнічних засобів, які входять до неї, приділяється, досить мало уваги. Відсутня класифікація видів зброї, яка може бути застосована для виводу з ладу систем електропостачання.

### **Основна частина**

Засоби ураження, що використовуються для впливу на систему електропостачання розділяються на засоби, що діють власне на систему електропостачання та засоби, що діють на систему автоматичного управління. Ці засоби також відрізняються способом їх використання.

**Засоби ураження електротехнічних систем по провідним каналам.** Силові деструктивні впливи по мережі електропостачання – це навмисне створення імпульсу напруги в мережі з амплітудою, тривалістю та енергією, що здатні викликати відмови в роботі електротехнічних засобів або їх руйнування. Для цього використовуються спеціальні технічні засоби, які вмикаються до мережі безпосередньо або засоби, приєднані до трансформаторів. Небезпека ураження електротехнічних засобів комплексів озброєння та військової техніки таким видом зброї виходить, насамперед, із можливості застосування її невеликими терористичними або диверсійними групами внаслідок простоти та скритності її використання.

В якості пристроїв силових деструктивних впливів можуть використовуватися генератори потужних імпульсів струму на ємнісних, індуктивних або молекулярних накопичувачах енергії.

Генератори на ємнісних накопичувачах енергії здатні створювати імпульси тривалістю від  $10^{-6}$  с (при таких імпульсах доцільно також використовувати окрім ємнісних накопичувачів енергії також вибухомагнітні генератори або вибухові магнітогідродинамічні генератори).

Молекулярні накопичувачі енергії являють собою конденсатори з подвійним електричним шаром. Системи молекулярних накопичувачів на даний час мають питому енергію в межах 40 – 50 Дж/см<sup>3</sup>, що майже в 100 разів перевищує енергію звичайних конденсаторів. Однак можливість їх використання значно обмежена тим, що для них мінімальна тривалість розряду характеризується часом у мілісекундах, а струми, які генеруються – одиницями кілоампер.

Індуктивні накопичувачі відрізняються високими вихідними параметрами електричного імпульсу. Для накачки енергії в таких накопичувачах використовуються ударні уніполярні генератори, магнітогідродинамічні генератори та хімічні джерела струму великої потужності, які дозволяють зменшити час заряджання до одиниць секунд, у протилежному випадку джоулеві втрати енергії при живленні накопичувача можуть виявитися одного порядку з енергією, що запасається.

У загальному вигляді генератор потужних електричних імпульсів можна представити за допомогою схеми, наведеної на рис. 1.

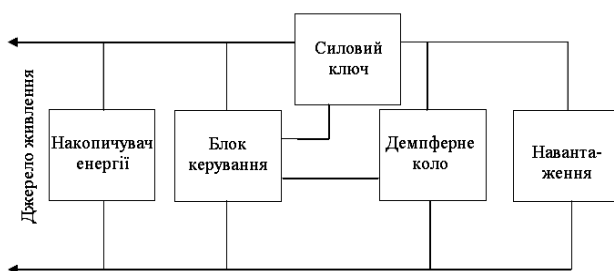


Рис. 1. Блок-схема генератора

Генератор живиться від мережі змінного струму або від власного джерела живлення, що заряджає накопичувач енергії. Вмикання навантаження відбувається за допомогою силового ключа, на який подається сигнал з блоку керування.

До засобів ураження електротехнічних засобів слід також віднести, так звані, “графітові бомби”. Як приклад, можна привести американську касетну бомбу CBU-94 “Blackout Bomb”, споряджену 202 суббоеприпасами BLU-114/B, яка була створена для атаки електроенергетичної інфраструктури. Цей вид зброї був застосований винищувачами F-117A Nighthawk, в ніч на 2 травня 1999 року в операції “ALLIED FORCE” проти Сербії. Внаслідок атаки було втрачене електропостачання близько 70 % території країни. Пізніше ці ж боеприпаси були застосовані в ніч на 7 травня 1999 року для перешкодження відновленню збитків, що були завдані першою атакою. [4]

Суббоеприпас BLU-114/B являє собою циліндр розміром 200x70 мм, що містить катушки зі струмопровідними нитками, які виготовлені з композиційного матеріалу на основі вуглецю, вишибний заряд і

парашут. BLU-114/B доставляються до цілі в касетних пристроях SUU-66/B, розсіюються над комутаційними та розподільними об’єктами систем електропостачання, після чого спрацьовує вишибний заряд, що розкидає катушки, з яких розгортаються струмопровідні нитки. Численні фрагменти цих ниток, осідаючи на струмоведучі об’єкти системи електропостачання, створюють короткі замикання в мережі. Замикання у високовольтних мережах та розподільчих пристроях приводять до утворення електричної дуги, що викликає значні пошкодження обладнання і пожежі. У випадку спрацювання пристроїв релейного захисту та автоматики на потужних електростанціях відбувається вимикання генераторів від електричної системи, внаслідок чого вони автоматично зупиняються. Вимикання генераторів одразу кількох потужних електростанцій неминуче викликає розділення енергосистеми, при якому в окремих її частинах виникне дефіцит або надлишок потужності і, як наслідок, підвищення або зниження частоти і напруги.

**Електромагнітна зброя.** Електромагнітна зброя відрізняється ефективністю функціонального ураження електротехнічних засобів, що обладнані системами захисту. Тактико-технічними характеристиками цієї зброї є потужність електромагнітного випромінювання, яке вона створює, частотний діапазон та коефіцієнт корисної дії. При створенні електромагнітної зброї використовують поєднання різних систем, таких як вибухомагнітні генератори (магнітокумулятивні та магнітогідродинамічні), генератори надвисокої частоти великої потужності (лінійні індукційні прискорювачі електронів, релятивістські генератори надвисокої частоти різних типів, релятивістські клістриони і магнетрони), а також ультраширокополосні системи дискретно-безперервної дії. У теперішній час практично реалізовані два класи електромагнітної зброї – електромагнітні бомби (е-бомби) та надвисокочастотні засоби функціонального ураження [1,6].

**Електромагнітні бомби.** Оскільки типи цілей доволі різноманітні за своєю електромагнітною міцністю і здатністю протидіяти ушкодженням, тому в останні роки застосовується низькочастотна або високочастотна зброя направленої енергії. Поглинання енергії і, як наслідок, вражаюча дія електромагнітної зброї на об’єкт, здійснюється через небезпечні тракти електротехнічних систем, до яких, в першу чергу, відносяться, повітряні і кабельні лінії електропередач.

Дія електромагнітних збурень низької частоти найбільш небезпечна для типових електропровідних інфраструктур, таких як телефонні лінії, силові кабелі та повітряні лінії мережі системи електропостачання. В більшості випадків, будь-яка конкретна електрична мережа містить численні лінійні сегменти, що розміщені під різними кутами. Тому, якою б

не була навмисна орієнтація збурюючого електромагнітного поля, завжди декілька лінійних сегментів кабельної мережі обов'язково опиняться орієнтованим таким чином, що буде досягатися висока ефективність поглинання ними енергії.

Небезпека потужного високочастотного випромінювання підвищується завдяки можливості його проникати всередину екранованих приміщень через вентиляційні отвори, щілини між панелями та погано екранованими елементами конструкції. При цьому мікрохвильове випромінювання здатне формувати просторову стоячу хвилю в електричних колах.

**Надвисокочастотні засоби функціонального ураження.** До цих засобів відносяться Надвисокочастотні генератори, які працюють у імпульсно-періодичному режимі з частотою проходження порядку декількох одиниць герц. Серед таких засобів найбільш небезпечними являються надвисокочастотні системи, створені на базі віркаторів з навантаженням у вигляді конічної спіральної антени.

На даний час зразки таких систем успішно створені і пройшли випробування в Росії (мобільний комплекс надвисокочастотного випромінювання «Ранец-Э», а також серія потужних пересувних частотних випромінювачів «Снайпер», «Снайпер-М» та «Гигаватт»). Серйозних результатів у створенні мікрохвильових систем великої потужності досягли у США, нова версія мікрохвильової пушки, що отримала назву ADS (Active Denial System), на базі Hummer здатна виводити з ладу кола електричного живлення зразків військової техніки на відстанях до 500 м.

Наведений аналіз характеристик зразків зброї, що використовують новітні фізичні принципи, дає підставу вважати, що найбільш ефективним методом зменшення інтенсивності електромагнітних полів, які впливають на елементну базу електротехнічних засобів, є екранування – розміщення обладнання в електропровідному корпусі. Однак, у більшості випадків обладнання, що захищається, має зовнішні комунікації (повітряні та кабельні лінії, системи заземлення, кола керування тощо), що призводить до наявності «точок входу», через які наведені струми й напруги можуть проникати в екранований простір. У зв'язку з цим, у місцях входу електропровідних комунікаційних каналів слід встановлювати системи обмеження перенапруг.

Найбільшу складність у захисті електротехнічних систем від вражаючих впливів являє собою захист зовнішніх електричних кіл від наведених струмів і напруг. Це пов'язано з тим, що в основі реалізації цих заходів використовуються схемотехнічні рішення, які потребують загальної зміни структури схеми, що захищається, шляхом введення до неї додаткових елементів, застосування яких напряму не пов'язано з виконанням цією схемою свого функціонального призначення.

Обмеження наводок по амплітуді ставить своїм завданням зменшення максимального значення струмів і напруг завади в електричних колах, а обмеження наводок по спектру направлено на придушення високочастотних складових завади.

Як правило, в якості амплітудних обмежувачів наводок в електричних колах доцільно застосовувати «м'які» та «жорсткі» обмежувачі. До «жорстких» обмежувачів належать пристрої, що функціонують по принципу: високий опір – низький опір – високий опір. Це іскрові та газонаповнені розрядники, що працюють в області тліючого і дугового розряду. «М'які» обмежувачі об'єднують напівпровідникові прилади, варистори і спеціальні нелінійні опори. До обмежувачів спектру належать прохідні конденсатори, дроселі, фільтри.

Для досягнення мети захисту необхідно з'ясувати, наскільки сигнал завади після проходження ним амплітудного обмежувача небезпечний для нормального функціонування елементів кола, що захищається, та знайти параметри цього сигналу.

Слід мати на увазі, що застосування обмежувачів перенапруг в колах електротехнічних засобів вимагає зниження їх інерційності.

## Висновки

Зброя на нових фізичних принципах буде застосовуватися у майбутніх збройних конфліктах, а також може використовуватися терористичними угрупованнями. Застосування наявних засобів захисту електротехнічних засобів комплексів озброєння і військової техніки, може бути недостатнім для забезпечення нормальної роботи систем електропостачання. Необхідно впровадження нових систем захисту, орієнтованих на запобігання силовим деструктивним впливам, викликаним розглянутими видами зброї.

## Список літератури

1. Кравченко В.И. *Электромагнитное оружие* / В.И. Кравченко. – Х., 2008. – 186 с.
2. Барсуков В.С. *Электромагнитный терроризм: защита и противодействие* / В.С. Барсуков // *Специальная техника*. – М., 2003. – № 6. – С. 25-36.
3. Кравченко В.И. *Грозозащита радиоэлектронных средств: справочник* / В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.
4. *Сайт fas.org [Електронний ресурс]*. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.fas.org/man/dod/dumb/>
5. Бут Д.А. *накопители энергии* / Д.А. Бут. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 400 с.
6. *Сайт monash.edu [Електронний ресурс]*. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cs.monash.edu.au/~carlo/>

Надійшла до редколегії 11.11.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**АНАЛИЗ СРЕДСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
КОМПЛЕКСОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

А.А. Мушаров

*Рассмотрены основные виды современных средств функционального поражения электротехнических средств комплексов вооружения и военной техники, их особенности и характеристики, а также имеющиеся в наличии средства защиты систем электроснабжения от силовых деструктивных воздействий новых видов оружия.*

**Ключевые слова:** электромагнитное оружие, силовое деструктивное воздействия, система электроснабжения, накопители энергии.

**ANALYSIS OF FACILITIES OF FUNCTIONAL DEFEAT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACILITIES  
OF COMPLEXES OF ARMAMENT AND MILITARY TECHNIQUE**

A.A. Musharov

*The basic types of modern facilities of functional defeat of electrical engineering facilities of complexes of armament and military technique their feature and description are considered, and also present in a presence facilities of defence of the systems of electric supply from power destructive influences of new types of weapon.*

**Keywords:** electromagnetic weapon, power destructive influences, system of electric supply, stores of energy.