

ПРОТИДІЯ РОБОТІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ІМПУЛЬСІВ

О. О. Попов¹, О. Д. Василенко¹

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Анотація

У роботі розглянута можливість застосування генераторів потужних електромагнітних імпульсів для боротьби з малими безпілотними літальними засобами.

Ключові слова: генератори потужних електромагнітних імпульсів, безпілотні літальні засоби, ППО.

Вступ

Розвиток обчислювальної техніки та компонентної бази малих безпілотних літальних апаратів (БЛА) дозволяє значно розширити можливі сфери використання літальних засобів, що зумовило зростання їх використання під час бойових дій. Зокрема, до задач малих БЛА (МБЛА) може входити розвідка, ретрансляція, цілевказування, електронна протидія. Невелика ціна та розміри малих БЛА дозволяють їх використання у групах, що значно поскладнює ефективну протидію їх роботі. Під групою в даному випадку слід вважати два та більше безпілотних літальних апаратів, що виконують задачі на невеликій (не більше 200 м) відстані один від одного. Таким чином, протидія роботі МБЛА є актуальною задачею.

Ціллю даної роботи є оцінка можливості використання генераторів потужних електромагнітних імпульсів для захисту від груп малих безпілотних літальних засобів, що дасть можливість ураження довільної кількості малих БЛА, що ведуть розвідувальну діяльність (без застосування будь-якої зброї, у тому числі засобів деструктивного електромагнітного впливу) у контрольованій зоні.

Огляд параметрів малих безпілотних літальних апаратів

У таб. 1 наведено основні параметри малих безпілотних літальних засобів згідно класифікації DARPA [1].

Табл. 1. Основні параметри малих БЛА

| | |
|-------------------------------|---------|
| Максимальна злітна маса, кг | < 30 |
| Максимальна висота польоту, м | 150–300 |
| Тривалість польоту, годин | < 2 |
| Дальність передачі даних, км | < 10 |

Враховуючи те, що більшу частину злітної маси малих БЛА займають каркас та політні системи (двигуни, акумулятори, тощо), стає очевидним, що діапазон систем захисту від електромагнітних імпульсів, якими можуть обладнуватися дані апарати, значно зменшений через їх велику масу. Тому у даній роботі не розглядається вплив екранувальних систем на параметри уражуючого імпульсу.

Серед корисного навантаження, яким можуть бути обладнані малі БЛА для виконання поставлених задач можуть бути виділені пристрої прийому\передачі для зв'язку з віддаленими операторами, фото- та відеокамери, лазерні системи цілевказання, реєструюча апаратура, системи постановки електромагнітних завад, тощо. Виведення з ладу цих систем являється достатньою умовою для ефективної боротьби з малими БЛА.

1. Методи впливу на корисне навантаження малих БЛА

Розглянемо види впливу на корисне навантаження малих БЛА:

- 1) Створення наводок на провідники у БЛА зовнішнім електромагнітним полем;
- 2) Фізичне знищення радіоелектронної апаратури БЛА високоенергетичним електромагнітним імпульсом.

Оскільки компонентна база логічної частини (процесори, блоки пам'яті тощо) корисного навантаження є загальнодоступною, доцільним буде розглянути рівні напруги, що відповідають за формування логічних бітів у комп'ютерній апаратурі: "0" – вище +3 В, "1" – нижче -3 [2]. Таким чином, для внесення помилки достатньо наведення на провідник напруги, більше 6 В.

Розглянемо стандартні швидкості, необхідні для передачі сигналів у комп'ютерній техніці: аудіо – 96 Кбіт, відео – 1 Мбіт. Отже, при частоті слідування зовнішніх імпульсів більше 1 МГц кожен біт інформації у корисному навантаженні буде спотворено.

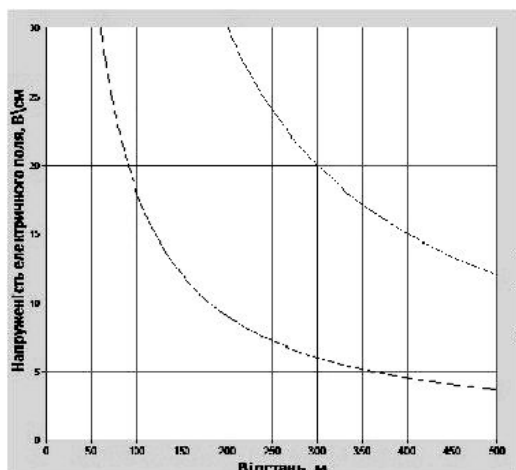


Рис. 2. Залежність напруженості поля від відстані

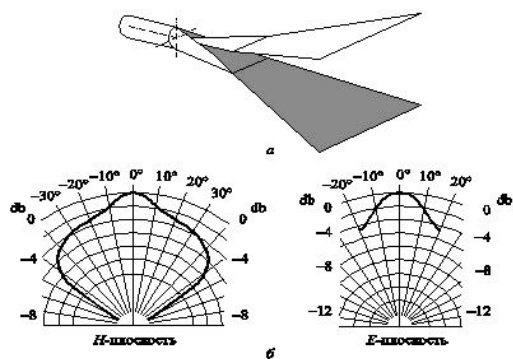


Рис. 1. Випромінюючий рупор (а) та його діаграма спрямованості у Н та Е площинах (б).

Для оцінки можливості ураження корисного навантаження БЛА електромагнітним імпульсом достатньо розглянути мінімальні рівні пробивної напруги для основних елементів компонентної бази комп'ютерної техніки:

- Інтегральні мікросхеми – 10 В;
- МОП транзистори – 6-20 В;
- Діоди: 3,3 – 16 В.

Враховуючи малі геометричні розміри елементів компонентної бази (не більше 5 мм), напруженість електричного поля, що впливає на корисне навантаження БЛА, повинно складати не менше 20 В/см:

$$10(V/cm) = E \times l \Rightarrow E = 10/l = 20(V/cm)$$

2. Розрахунок параметрів електромагнітного імпульсу

Оскільки необхідні рівні напруг на елементах компонентної бази корисного навантаження вже відомі,

оцінка параметрів уражуючого імпульсу зводиться до оцінки необхідного рівня випроміненої енергії для формування заданої різниці потенціалів на максимальній висоті польоту малих БЛА. Для розрахунку скористаємося формулою залежності напруженості електромагнітного поля від відстані та потужності на передавачі:

$$E = \frac{\sqrt{30 * P * G_a}}{D} \quad (1)$$

де – потужність передавача; G_a – коефіцієнт підсилення антени; D – відстань. Для локалізації потоку потужності скористаємося антенною, параметри якої наведено на рис. 1.

Графік залежності напруженості поля від відстані для різних потужностей передавача зображено на рис. 2. Як видно з графіка, достатньою потужністю передавача для наведення помилок є 170 МВт. У той же час для деструктивного впливу на компонентну базу потужність імпульсу передавача повинна складати не менше 1ГВт. Даним вимогам задовільняє генератор потужних електромагнітних імпульсів S-5N, параметри якого представлені нижче:

Табл. 2. Параметри генератора електромагнітних імпульсів

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Імпульсна напруга, кВ | 300 – 1000 |
| Імпульсний струм, кА | 1– 3 |
| Тривалість імпульсу, нс | 35–50 |
| Пікова потужність, ГВт | 4 |
| Габарити, см | 0,61 × 0,42 × 0,23 |
| Маса, кг | 120 |

Висновки

У роботі показано, що для ефективної протидії розвідувальній діяльності БЛА на дальності до 300 м достатньо використання імпульсів потужністю 170 МВт (внесення помилок) та 1 ГВт (деструктивний вплив).

Перелік використаних джерел

1. Almeida, P.,Bencatel,R.,Gonçalves,G., Sousa, J. Multi-UAV Integration for Coordinated Missions,FEUP – 2006.
2. Технические характеристики приемопередатчика RS-485 SP485C