

# РАДІОПРОМЕНЕВА СИСТЕМА ОХОРОНИ ПЕРИМЕТРА З РОЗШИРЕНОЮ ЗОНОЮ ВИЯВЛЕННЯ

М. Ю. Власенко<sup>1, а</sup>, О. Д. Василенко<sup>1, б</sup>

<sup>1</sup> Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Фізико-технічний інститут

## Анотація

Радіопроменеві системи виявлення широко застосовуються при охороні периметра об'єктів. Основним недоліком є мала інформативна здатність системи. В даній роботі представлений один із варіантів покращення системи, а саме застосування додаткових технічних засобів – відбивачів та розраховано ослаблення прийнятого сигналу.

**Ключові слова:** Радіопроменева система, охорона периметра

## Вступ

Радіопроменеві системи (РПС) охорони периметра фіксують спробу проникнення на об'єкт, що охороняється на першому рубежі охорони – на периметрі. Устаткування охорони периметра є ефективним засобом захисту від несанкціонованого проникнення, оскільки видає сигнал тривоги до того, як зломисник може проникнути в особливо важливі зони, що охороняються. Існуючі радіопроменеві системи мають малу ширину зони виявлення (від 2 до 5 метрів), що призводить до підвищення ймовірності хибної тривоги. Детальний огляд існуючих радіопроменевих систем наведений на рис. 1 [1].

У якості критеріїв порівняння представлені параметри зони виявлення, діапазон робочих температур, інформативна здатність системи (наявність факту виявлення, можливість визначення швидкості, напрямку руху порушника) та представлені особливості кожної із систем. Для порівняння обрано двопозиційні немобільні, двопозиційні мобільні та однопозиційні системи.

Тип системи	Діапазонна немобільна РПС «Гіфет»	Діапазонна немобільна РПС «РДЦ-94»	Діапазонна немобільна РПС «Sense-Site»	Діапазонна немобільна РПС «ЕГМО 482»	Діапазонна мобільна РПС «Витко»	Однопозиційна немобільна РПС «Агат»
Довжина ЗВ L, м	10...200	20...300	20...250	10...150	5...100	5...20
Ширина ЗВ H, м	4	5	Вид 3 до 6	3	3	5
Діапазон робочих температур, С°	-40...+50	-50...+50	-40...+50	-40...+45	-45...+45	5...+50
Факт виявлення порушника	+	+	+	+	+	+
Визначення швидкості порушника	-	-	-	-	-	-
Визначення напрямку руху порушника	-	-	-	-	-	-
Виявлення порушника, який порушує захисну лінію	+	+	+	+	-	-
Стойкість до дрібних тварин та птахів	-	+	+	-	-	-
Особливості	Регульована чутливість для біпачів і середніх ділянок ЗВ	Призначені для використання в комплексах систем охорони	Регульована кутова ширина діаграми випромінювання в межах від 11° до 24°	-	Автоматичний контроль працездатності складових частин комплексу	Використання в промислових

Рис. 1. Порівняльний аналіз існуючих РПСВ

Звичайно такі системи розташовуються або у внутрішньому просторі біля огорожі (на відстані 1.5 – 2 метра), що затрудняє прохід порушника через огорожу. В той же час коли ці системи розташовують біля жорсткої огорожі, виникають інтерференційні явища, що збільшують хибну тривогу. З метою усунення цього недоліку доцільно розширити зону виявлення, що унеможливить появу хибної тривоги при тих же характеристиках виявлення.

## 1. РПС з розширеною зоною виявлення

Одним з варіантом вирішення недоліків існуючих радіопроменевих систем виявлення є використання сітки променів, за рахунок якої розшириться зона виявлення (рис. 2). Такі системи використовуються безпосередньо біля огорожі. При проектуванні слід враховувати розміщення відбивачів, таким чином, щоб при куті відбивання промені потрапляли на приймач. Щоб досягнути максимального відбивання використовуються незаземлені відбивачі з матеріалу, який добре проводить струм. Для кожного конкретного випадку кількість та розміри відбивачів можуть змінюватись.

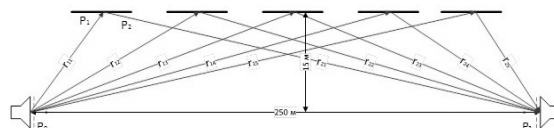


Рис. 2. РПС охорони периметра з розширеною зоною виявлення

Процес утворення тривоги у вдосконаленій радіопроменевій системі виявлення об'єктів проходить наступним чином. Людина – порушник при пересуванні в зоні контролю послідовно перекриває не один, а декілька променів почерзі. Які формуються в результаті розміщення антенних систем та пасивних відбивачів.

<sup>а</sup>myro.vlasenko@gmail.com

<sup>б</sup>vasad@online.ua

У залежності від типу антенної системи (фазована решітка, дзеркальна антена) відхилення головного пелюстка діаграми спрямованості здійснюється за допомогою механічного обертання самої антени, або за допомогою зміни зсуву фаз сигналу без механічного обертання, що характерно для фазованих антенних решіток.

Таким чином при інтегральній обробці прийнятого сигналу можливо визначити: швидкість руху порушника, за допомогою реєстрації часу перекриття двох променів; місце перетинання та напрямок руху за послідовністю перекриття променів [2].

Радіопроменева система виявлення об'єктів влаштована таким чином. Передавач та приймач розташовано на одній висоті та на деякій відстані від розподіленого відбивача, розміщеного, наприклад, вздовж огорожі в межах території, що охороняється. Відбивач може бути виконаний у вигляді сітки або у вигляді розміщених суцільних листових матеріалів. Передавач виконано з можливістю опромінення всього відбивача, а приймач – з можливістю прийому сигналу зі всього відбивача. Вимоги до відбивачів представлені в статті [3].

Передавач містить генератор 1 (рис. 3), який виробляє сигнал, що модулюється модулятором 2 на несучій частоті  $f_{\text{нес}}$ . Антенна система 3 обертається за допомогою механізму обертання 4, який повертається на кути задані синхронізатором. На перетворювач кутів 5 надходять значення кутів, на яких відбувається випромінювання надвисокочастотного сигналу, далі інформація про тривалість випромінювання подається на синхронізатор 6, який в свою чергу посилає сигнал (код кута) на блок обробки.

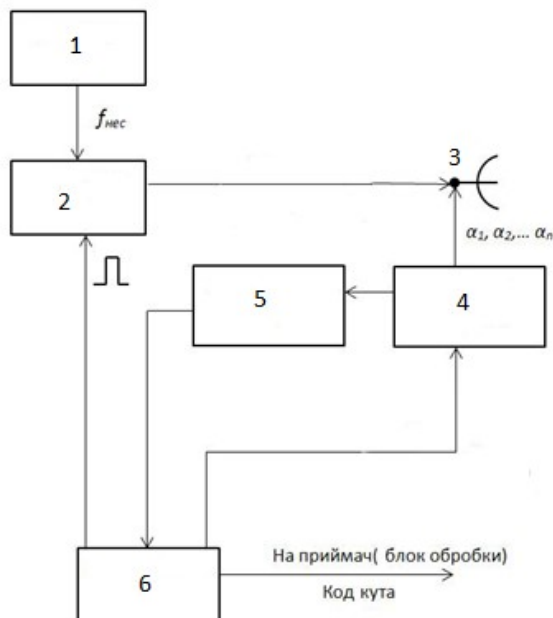


Рис. 3. Блок передавача

Приймач містить антенну систему 7 (рис. 3) яка обертається за допомогою механізму обертання 8, надходить надвисокочастотний сигнал, який підсилюється в підсилювачі 9 та детектується в детекторі

10. Значення установи приймальної антени надходить від синхронізатора через перетворювач кутів 11, тому що значення кутів приймання та передавання антенами відрізняється.

Компаратор 12 порівнює відеосигнал, що надходить від детектора 10 зі значеннями порогів, які формує блок формування порогів 13. Із компаратора 12 виходить код перевищення порогів (код А), який поступає на вирішальний суматорний пристрій 14. Також на вирішальний суматорний пристрій 14 надходить строб імпульс та код кута випромінювання сигналу. В залежності від розмірів порушника (людини або тварини), код перевищення порогів буде змінюватись та пристроєм 14 буде видаватись код порушника. Також при порівнянні рівня перевищення порогів та значення кута визначається напрямок руху порушника.

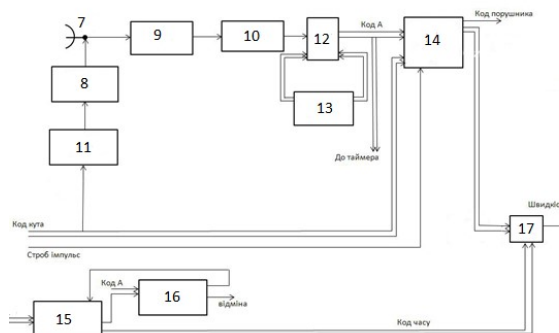


Рис. 4. Блок приймача

Для визначення швидкості, фіксують час перекриття променя за допомогою таймера 15. Якщо код А перевищує поріг (код А > 1) то запускається відлік часу. Для зменшення хибної тривоги існує блок часової селекції 16, який в разі перевищення кодом А порогу запускає відлік, якщо перекриття променю відбувається без зміни кута, то при цьому селектор видає відміну сигналу, в іншому випадку таймер 15 посилає код часу на пристрій визначення швидкості 17, який працює по принципу ділення ширини променя на час його перекриття.

Принцип роботи радіопроменевої системи виявлення об'єктів полягає в синхронізації кутів передавача та приймача. В такому варіанті виконання радіопроменевої системи виявлення об'єктів синхронізують кути випромінювання сигналів з кутами приймання сигналів. Для цього застосовується синхронізатор.

## 2. Ослаблення прийнятого сигналу

Ослаблення прийнятого НВЧ сигналу після перевідбиття визначається формулою:

$$P_3 = \frac{P_2 \cdot D_0}{4 \cdot \pi \cdot r_{2n}^2} \cdot 10^{-\beta \cdot r_{2n}}$$

де  $P_2$  – потужність сигналу після перевідбиття,  $D_0$  – коефіцієнт спрямованості антени,  $\beta$  – коефіцієнт затухання електромагнітної хвилі в повітрі (для

$\lambda = 0.03$  м  $\beta = 0.15$  [3]),  $r_{2n}$  – відстань від відбивача до приймача ( $n$  – номер відбивача).

У випадку якщо в радіопроменевій системі антена система типу ФАР то коефіцієнт спрямованості антени розраховується за формулою [4]:

$$D_0 = \frac{4 \cdot 10^4}{\Delta\Omega}$$

де  $\Delta\Omega$  – тілесний кут променя антени, який дорівнює добутку кутів по вертикалі та горизонталі [5]:

$$\Delta\Omega = \Delta\theta_{\Gamma} \cdot \Delta\theta_{\text{В}}$$

Потужність сигналу після перевідбиття  $P_2$  дорівнює:

$$P_2 = P_1 \cdot R$$

де  $P_1$  – потужність сигналу до перевідбиття,  $R$  – коефіцієнт відбиття, який розраховується за формулою [6]:

$$R = \left| \frac{\dot{Z} - 1}{\dot{Z} + 1} \right|$$

де  $Z$  – хвильовий опір:

$$\dot{Z} = (1 + i) \cdot \dot{Z}_0 \cdot \sqrt{\omega \cdot \mu \cdot \varepsilon_0 / 2\sigma}$$

Потужність сигналу перед відбиванням:

$$P_1 = \frac{P_0 \cdot D_0}{4 \cdot \pi \cdot r_{1n}^2} \cdot 10^{-\beta \cdot r_{1n}}$$

де  $P_0 = 50 \cdot 10^{-3}$  Вт – потужність випромінювання,  $r_{1n}$  – відстань від передавача до відбивача ( $n$  – номер відбивача).

З урахуванням ослаблення сигналу ( $P_3$ ) після перевідбиття, вибирається потужність випромінювання.

## Висновки

Отже, застосування таких модифікованих систем з розширеною зоною 10 – 15 метрів дає змогу не тільки фіксувати сам факт проникнення порушника в ЗВ, а й визначити ідентифікаційні параметри, цим самим підвищується ефективність системи.

## Перелік використаних джерел

1. Власенко М. Ю., Василенко О. Д. Розширення можливостей двопозиційних радіопроменевих систем виявлення — Матеріали науково-технічної конференції «Інформаційна безпека України». — Київ, 2015.
2. Власенко М. Ю., Василенко О. Д. Радіопроменева система з розширеною зоною виявлення — Матеріали XIII Всеукр.наук.-практ. конф. «Теоретичні та прикладні проблеми фізики, математики та інформатики». — К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. — с. 146-148.
3. «Влияние затухания электромагнитных волн» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.techelements.ru/eletovs-205-1.html> — Назва з екрану.
4. «Антенные устройства» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.electrosad.ru/Electronics/SFRadiohob/SFRadiohob10.html> — Назва з екрану.
5. Вендик О. Г. Фазированная антенная решетка — М.: Радио и связь, 1997.
6. «Электромагнитные волны у границы раздела сред» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.phbme.kpi.ua/fedyay/TP/4rus.pdf> — Назва з екрану.