

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ РАДІОХВИЛЬОВОЇ ТОЧКОВОЇ СИСТЕМИ ВІЯВЛЕННЯ ПОРУШНИКА

Р. Ю. Студенюк^{1, а}, О. Д. Василенко¹

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

Анотація

У роботі розглянуто роботу точкового радіохвильового засобу виявлення порушника з випромінюючою антеною – кабелем типу «хвиля, що біжить», оцінено зону чутливості та визначено особливості побудови такої системи.

Ключові слова: радіохвильова точкова система виявлення порушника

Вступ

Сучасні радіохвильові системи виявлення, побудовані на двох випромінюючих кабелях, вважаються ефективним засобом виявлення об'єктів як на периметрі, так і на окремих виділених ділянках (проміжках між будівлями). Головною особливістю даних систем є те, що вони повністю повторюють форму рельєфу та конфігурацію огорожі. Недоліками таких систем є:

- встановлення двох кабелів, що не завжди є рентабельним, створює складнощі під час експлуатації та монтажу;
- затруднення виявлення при кільцевому периметрі, де випромінюючий кабель не дозволяє виявити порушника всередині охороняємої території;
- складність використання при збереженні потайності системи (необхідно прикопувати два кабелі, що суттєво погіршує параметри виявлення).

Отже, актуальним завданням на сьогодні є розробка мобільного варіанту такої системи, ескізний варіант якої був запропонований в [1], з оцінками вимог до використання даної точкової системи, її можливих технічних параметрів та вимог до окремих частин системи.

1. Принцип роботи радіохвильової точкової системи виявлення

В [1] замість приймального кабелю запропоновано встановлення приймальної антени, що дозволяє використовувати таку систему в напівмобільному варіанті. Перевагами системи є краща приховуваність та рухомість. Конфігурація взаємного розташування випромінюючого кабелю (ВК) та приймальної антени (А) визначається розміщенням кордону щодо об'єкта охорони. До випромінюючого кабелю приєднано передавач (ПД), а до антени (А), розташованої в центрі периметра, приєднаний приймач (ПМ), який аналізує надходжені сигнали з ВК та видає

сигнал тривоги при порушенні меж окресленої цим кабелем території. Структурна схема такої системи представлена на рис. 1 [1].

Через прорізи у випромінюючому кабелі проходить випромінювання електромагнітних хвиль назовні.

При перетині порушником границі периметра відбувається зміна електромагнітного поля, що реєструє приймаюча антена, а саме амплітуду і фазу коливань, які залежать від положення порушника. При зміні положення порушника, змінюється рівень сигналу на вході приймача.

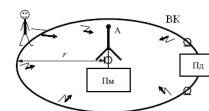


Рис. 1. Конфігурація точкової радіохвильової системи виявлення

2. Особливості побудови системи

Головною задачею є оцінка зони виявлення такої системи, яка залежить від конфігурації всієї системи та обраного периметра. Сучасні радіохвильові системи виявлення, побудовані на 2-х кабелях, здатні захистити периметр протяжністю 60 – 100 м, причому передавальний і приймальний кабелі укладаються на відстані до 8 м один від одного. Оцінка зони виявлення для точкової системи буде проводитись при максимальному периметрі для систем, побудованих на 2-х кабелях, що складає 100 м [2], тож довжина кола $L = 100$ м.

Отвори у випромінюючому кабелі знаходяться на відстані, що орієнтовно складає $\lambda/2$, де λ – довжина хвилі. Робочі частоти в таких системах складають 200 – 300 МГц ($\lambda = 1$ м). Виходячи з довжини L відстань до приймальної антени R складає 10 – 16 м, а кількість розрізів (n) від 100 до 200.

$$L = 2\pi R = n \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

При розмірах отворів, набагато менших за λ , характеристика спрямованості випромінювання з однієї ці-

^аcrewcutradik@gmail.com

лини має половину косинусоїдальної характеристики з коефіцієнтом осрової концентрації (приблизно 8).

Оцінимо орієнтовні характеристики приймальної антени з урахуванням місця положення порушника з точністю до відстані між випромінюючими отворами (d), враховуючи, що висота антени має бути більше висоти людини (1,8 м) та при відстані до випромінюючого кабелю, що становить 16 м. Приймаючи значення висоти антени (H_{ant}) 2 – 2,5 м діаграма спрямованості приймальної антени, що спрямована на ділянку кабелю з одної випромінюючої щілини, повинна мати кут (θ) (рис. 2):

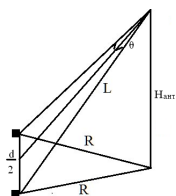


Рис. 2. Кут діаграми спрямованості приймальної антени

$$\theta = 2 \arctan \left(\frac{d}{2L} \right)$$

$$\theta = 2 \arctan \left(\frac{\lambda}{4\sqrt{H_{ant}^2 + R^2}} \right)$$

Отримані орієнтовні характеристики спрямованості приймальної антени з точністю виявлення по периметру, що становить приблизно d , мають бути:

- 1) висота антени – 2 – 2,5 м;
- 2) діаграма спрямованості антени повинна мати кут не більше 1,8°;
- 3) антена повинна мати n вузькоспрямованих діаграм, кожна з яких спрямована на окрему щілину;
- 4) антенна конструкція має бути встановлена таким чином, щоб один з огинаючих променів був перпендикулярний до поверхні землі (рис. 1).

Враховуючи, що площа людини (S_p) становить 0,8 м², значення коефіцієнта перекриття (k) порушником однієї щілини становить:

$$k = \frac{S_p}{S_z}$$

де S_z – площа сфери випромінюючої хвилі з радіусом R .

Через те, що випромінювання, яке проходить через отвори, має половину косинусоїдальної характеристики, можемо прийняти площу зони (S_z) як половину площі сфери радіусом (r), який складає відстань від випромінюючого кабелю до порушника.

Тоді:

$$k = \frac{4\pi r^2}{2}$$

Враховуючи, що загальне випромінювання є сумою випромінювання кожної щілини, оцінимо зону

перекриття людиною при прийнятті сигналів зі всього випромінюючого кабелю.

$$k_{zag} = \frac{S_p}{n \cdot S_z}$$

При протяжності периметра 100 м та на частоті 300 МГц коефіцієнти перекриття будуть складати 0,05 – 12 % для однієї щілини.

Табл. 1. Коефіцієнт перекриття

d	k	k_{zag}
1	12.732	0.064
3	1.415	$7.07 \cdot 10^{-3}$
5	0.509	$2.546 \cdot 10^{-3}$
7	0.26	$1.299 \cdot 10^{-3}$
9	0.157	$7.86 \cdot 10^{-4}$
11	0.105	$5.261 \cdot 10^{-4}$
15	0.057	$2.829 \cdot 10^{-4}$
16	0.05	$2.487 \cdot 10^{-4}$

Тобто поява порушника біля границі призводить до зміни потужності сигналу на 0,064 %. Біля приймальної антени ця зміна складатиме 0,0002 %, що при середньому рівні шумів нівелюються. Тому зміни, що вносяться під антеною та поблизу неї, виявити практично неможливо. Отримані результати показують, що виявлення порушника тільки за рахунок зміни потужності на виході приймальної системи досить ускладнено, тому зазвичай використовують спеціалізовані сигнали при випромінюванні [3], які при кореляційній обробці окремо та по ансамблю сигналів підвищують завадостійкість до 30 дБ.

Висновки

У роботі розглянуто новий варіант радіохвильової системи з одним випромінюючим кабелем типу «хвиля, що біжить» та надано орієнтовні значення його характеристик.

Оцінено зміни рівня потужності в контрольованому просторі в залежності від положення порушника в ній.

Перелік використаних джерел

1. Прудис И. Н., Проць Р. В., Сторож В. Г. Радиоволновое охранное устройство на излучающем кабеле // Электронные средства: исследования, разработки. – 2010. – № 6. – С. 10–13.
2. Системы периметральной сигнализации фирмы Geopir // Охранные системы. – 2001. – С. 22–24.
3. Холл Д. System and Method for Detecting an Intruder Using Impulse Radio Technology [Електронний ресурс] – Time Domain Corporation – 2008. – Режим доступу: <http://www.google.com/patents/US20080111686>.