

*Андрій Борисович Добровольський*

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ОБ'ЄКТУ ДВОПОЗИЦІЙНОМ РАДІОПРОМЕНЕВИМ ЗАСОБОМ ОХОРОНИ

### Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сьогодні в охороні державного кордону використовується достатньо широкий спектр технічних засобів охорони. Так зокрема для блокування локальних ділянок кордону використовуються двопозиційні радіопроменеві сигналізаційні засоби охорони (надалі РПСЗО) СС-84РЛБ (“Витим”), РЛД-73 (“Георгин”). Перспективними двопозиційними РПСЗО даного класу, які можуть прийти на зміну “Витиму” та “Георгину”, є сигналізаційні засоби “Фортеза-12”, “Радий-РБК”. На теперішній час двопозиційні РПСЗО окрім охорони локальних ділянок кордону достатньо широко застосовуються для охорони периметрів об'єктів різного призначення як державної так і приватної власності. Вони володіють багатьма перевагами, основними з яких є:

відсутність впливу на роботу системи таких кліматичних факторів, як атмосферні опади, температура оточуючого середовища, напрямок та сила вітру, а також наявність в зоні виявлення (надалі ЗВ) дрібних тварин та птахів;

прихованість встановлення, внаслідок чого порушник (надалі - об'єкт, під об'єктом розуміється людина), найбільш ймовірно не буде застосовувати спеціальних заходів по подоланню рубежу охорони;

значна протяжність однієї ділянки, що охороняється (до 500 м);

можливість виявлення об'єкту, що долає рубіж охорони як в повний зріст так і зігнувшись (повзком).

Однак, особливістю існуючих двопозиційних РПСЗО є їх недостатня інформаційна здатність, так як дані засоби не дозволяють визначити напрямок руху та швидкість об'єкту, дальність до нього, розпізнавати (класифікувати) його. Так за умови реалізації в РПСЗО вищезазначених можливостей, інформаційна ємність даних засобів буде зростати [1, 2].

Відповідно актуальним питанням є дослідження можливості реалізації вищезазначених функцій в двопозиційних РПСЗО.

### Формулювання мети статті. Виклад основного матеріалу

Метою статті є обґрунтування можливості

визначення напрямку руху та швидкості об'єкта та його класифікації двопозиційним РПСЗО, розробка методики щодо підвищення інформаційної здатності діючих двопозиційних РПСЗО.

Принцип дії двопозиційних РПСЗО заснований на реєстрації зміни комплексної амплітуди електромагнітної хвилі внаслідок руху об'єкту між передавачем (надалі ПРД) та приймачем (надалі ПРМ). Поява об'єкту в ЗВ призводить до зменшення або збільшення сигналу, що приймається. Тривожне повідомлення формується системою при реєстрації на ПРМ перевищення рівня сигналу відповідного граничного значення. Беручи до уваги принцип дії двопозиційних РПСЗО, дослідимо чи можливо визначити параметри руху об'єкту за аналізом комплексної амплітуди при його появі в чутливій зоні. Для цього за основу візьмемо модель утворення сигналу на основі фазового простору [3].

На рис. 1 наведена геометрична схема еліптичної моделі з лініями рівних просторових фаз, що може являти собою геометричне положення точок на еліпсі, для яких виконується умова  $l_1 + l_2 = 2c$ . Схема відповідає горизонтальній площині, де ПРД та ПРМ розміщуються в фокусах еліпсів. Нехай об'єкт знаходиться в чутливій зоні, що утворена ПРД та ПРМ, а саме в точці А. Проаналізуємо, як зміниться комплексна амплітуда внаслідок його появи. Для цього визначимо різницю ходу між прямим напрямком по лінії ПРД → ПРМ та напрямком через точку А з координатами  $x_n$ ,  $y_n$ :

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2, \quad (1)$$

$$\text{де } \Delta l_1 = l_1 - \left( \frac{R_m}{2} + x_n \right);$$

$$\Delta l_2 = l_2 - \left( \frac{R_m}{2} - x_n \right).$$

Виразимо відстані  $l_1$  та  $l_2$  через параметр  $R_m$ :

$$l_1 = \sqrt{\left( \frac{R_m}{2} + x_n \right)^2 + y_n^2};$$

$$l_2 = \sqrt{\left( \frac{R_m}{2} - x_n \right)^2 + y_n^2} \quad (2)$$

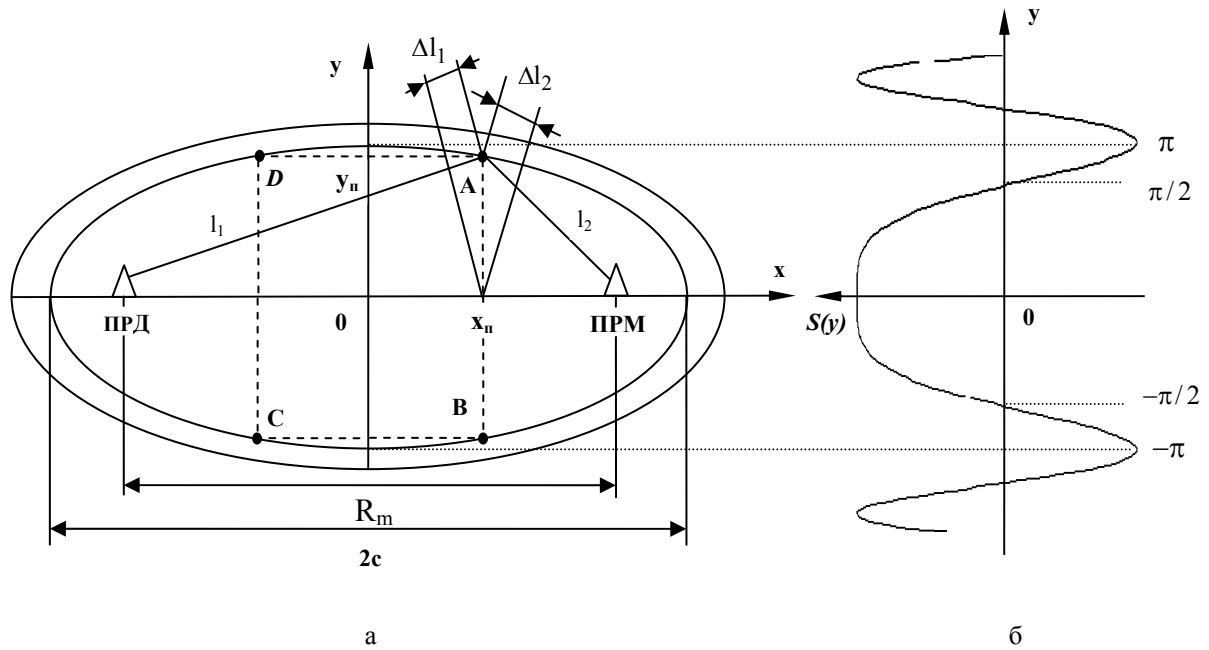


Рис. 1. Еліптична модель фазового простору в двопозиційному РПСЗО (в горизонтальній площині)

Проведемо перетворення виразів для  $l_1$  та  $l_2$  з врахуванням того, що при  $\alpha \ll 1$   $\sqrt{1+\alpha^2} \approx 1 + \frac{\alpha^2}{2}$ :

$$l_1 = \left(\frac{R_m}{2} + x_n\right) \cdot \sqrt{1 + \frac{y_n^2}{\left(\frac{R_m}{2} + x_n\right)^2}};$$

$$\frac{y_n}{\left(\frac{R_m}{2} + x_n\right)} \ll 1; \text{ при } 0 \leq x_n < \frac{R_m}{2}.$$

$$l_1 \approx \left(\frac{R_m}{2} + x_n\right) \cdot \left[1 + \frac{y_n^2}{\left(\frac{R_m}{2} + x_n\right)^2}\right] =$$

$$= \left(\frac{R_m}{2} + x_n\right) + \frac{y_n^2}{2 \cdot \left(\frac{R_m}{2} + x_n\right)}. \quad (3)$$

Аналогічно для випадку  $l_2$  отримуємо:

$$l_2 \approx \left(\frac{R_m}{2} - x_n\right) + \frac{y_n^2}{2 \cdot \left(\frac{R_m}{2} - x_n\right)}. \quad (4)$$

Відповідно різницю ходу можна виразити наступним чином:

$$\Delta l = \frac{y_n^2}{2} \cdot \left[ \frac{1}{\left(\frac{R_m}{2} - x_n\right)} + \frac{1}{\left(\frac{R_m}{2} + x_n\right)} \right] =$$

$$= \frac{2 \cdot y_n^2}{R_m \cdot \left(1 - \frac{4x_n^2}{R_m^2}\right)}. \quad (5)$$

З виразу (5) слідує, що різниця ходу при ( $x_n = 0$ ) дорівнює  $\Delta l = \frac{2 \cdot y_n^2}{R_m}$ , а при  $x_n \rightarrow \frac{R_m}{2}$  (але  $x_n \neq \frac{R_m}{2}$ )  $\Delta l = \frac{y_n^2}{R_m}$ , тобто в два рази менше, ніж в центрі ЗВ. Чим більше  $x_n$  (відстань від центру ЗВ), тим більше буде масштаб функції  $\Delta l(y_n)$ .

Комплексна амплітуда на ПРМ дорівнює:

$$\dot{E}_{\text{прм}} = \dot{E} \cos(\Delta\varphi) e^{j\varphi}, \quad (6)$$

де  $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta l$  - фазовий зсув електромагнітної хвилі.

На основі виразу (5) визначимо відносний фазовий зсув електромагнітної хвилі для еліптичної моделі фазового простору в горизонтальній площині між ПРД та ПРМ:

$$\Delta\varphi_{\text{ел}} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta l = \frac{4 \cdot \pi y_n^2}{\lambda \cdot R_m \left(1 - \frac{4x_n^2}{R_m^2}\right)}. \quad (7)$$

Комплексна амплітуда електромагнітної хвилі в напрямку прийому по осі  $Oy$  приймає вигляд (рис. 1, б)  $\dot{E}_{\text{прм}} = \dot{E} \cos(\Delta\varphi_{\text{ел}}) e^{j\varphi} \rightarrow S(y_n)$ , тобто характеризує сигнал  $S(t)$  на виході приймача:

$$S(y_n) = S_0 \cos \left[ \frac{4 \cdot \pi y_n^2}{\lambda \cdot R_m \left( 1 - \frac{4x_n^2}{R_m^2} \right)} \right]. \quad (8)$$

Таким чином сигнал, що реєструється на ПРМ буде залежати як від відомих параметрів  $R_m$ ,  $\lambda$ , так і невідомих – координат  $x_n$ ,  $y_n$  в ЗВ між ПРД та ПРМ. Звідти можна зауважити, що визначити напрямок руху не представляється можливим. Пояснення цьому можна знайти звернувшись до рис. 1 а, де точка А (уявне місце знаходження об'єкту) буде симетрична відносно осі  $0x$ ,  $0y$  для точок В, С, D. А відповідно, сигнал на виході ПРМ буде однаковим за умов перебування об'єкту в будь-якій з зазначених точок, що і обумовлює невідповідність того, звідки ж рухається об'єкт.

Щоб визначити напрямок руху об'єкту двопозиційним РПСЗО необхідно застосування додаткових технічних рішень. Можливими варіантами для визначення параметрів руху об'єкту може бути:

використання двох окремих ЗВ;

використання в ЗВ відбивача та аналіз в часі зміни сигналу на виході ПРМ при русі об'єкту в ЗВ;

використання несиметричної ЗВ, яка в свою чергу може бути сформована наступними шляхами: відхиленням діаграми спрямованості ПРМ від середньої лінії ЗВ, формуванням несиметричної діаграми спрямованості ПРД(ПРМ).

Що стосується першого запропонованого варіанту, то визначення напрямку руху проводиться за послідовністю перетинання двох ЗВ. Такий спосіб визначення напрямку руху вже реалізований в двопозиційному РПСЗО "Торос" [4]. Однак даний спосіб характеризується додатковою складністю устаткування РПСЗО, так

як ПРД повинен мати два окремих випромінювача, а загальний блок ПРМ два приймача відповідно. В свою чергу це призводить до збільшення енергоспоживання ПРД та ПРМ.

Більш детально дослідимо другий варіант. Запропонований спосіб являє собою виконання наступних операцій:

розміщується відбивач на краю ЗВ на однаковій відстані від ПРД та ПРМ (в половині зони спостереження);

вимірюються часові показники, коли об'єкт перекриває промінь на відбивач (з відбивача) та перекриває прямий промінь між ПРД та ПРМ при цьому повинна виконуватись умова, поперечний (боковий) розмір об'єкту повинен бути меншим

половини ширини ЗВ (обмеження:  $\frac{r}{2} > a$ );

визначається напрямок руху;

визначається швидкість руху об'єкту;

визначається тип об'єкту (людина або тварина).

На рис. 2 показаний варіант застосування двопозиційного РПСЗО, що реалізовує запропонований спосіб. В відомих двопозиційних радіопроменевих засобах виявлення використовують зондуєчий імпульсний сигнал тривалістю десятки мікросекунд, що значно більше затримки відбитого сигналу відносно прямого. За такої тривалості будь-який відбитий сигнал, навіть від віддаленого об'єкту, накладається на прямий сигнал та відбувається інтерференція, внаслідок чого змінюється амплітуда сигналу, що приймається [5, 6]. В точку (ПРМ) надходять два основних промені – прямий ПРД → ПРМ, що проходить відстань  $R_m$  та відбитий від відбивача, що проходить відстань:

$$R_m + \Delta R = \sqrt{R_1^2 + r^2} + \sqrt{R_2^2 + r^2}, \quad (9)$$

де  $r$  – відстань від відбивача до лінії прямого променя;

$\Delta R$  – різниця ходу прямого та відбитого променів.

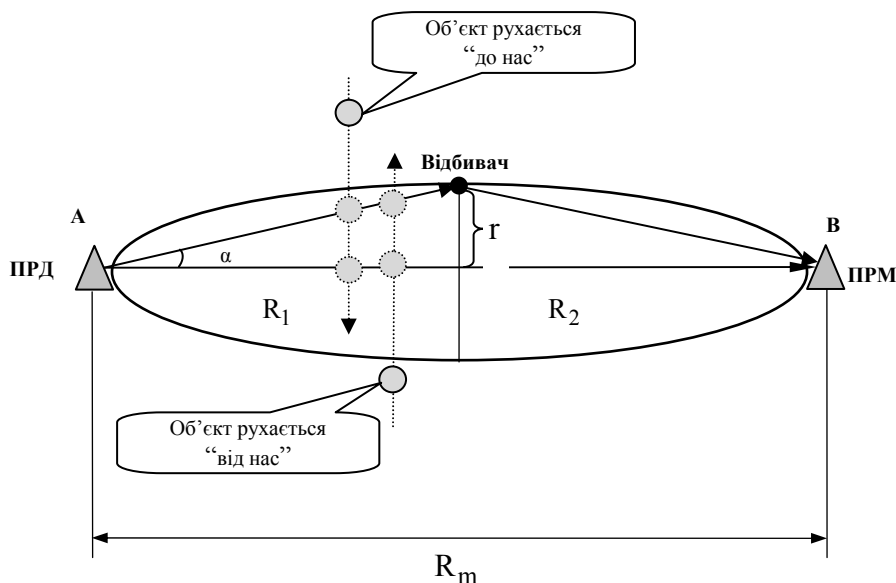


Рис. 2. Схема розміщення двопозиційного РПСЗО з відбивачем в горизонтальній площині

У випадку синфазного додавання плоских електромагнітних хвиль, коли фазовий зсув  $\Delta\varphi = 2\pi n$  (де  $n = 0, 1, 2, \dots$ ) спостерігається “пучність”, а в результаті протифазного

додавання, коли  $\Delta\varphi = \pi(2n + 1)$  спостерігається “вузол”.

Нехай відбитий промінь від відбивача додається до прямого та утворюється “пучність”, як показано на рис. 3.

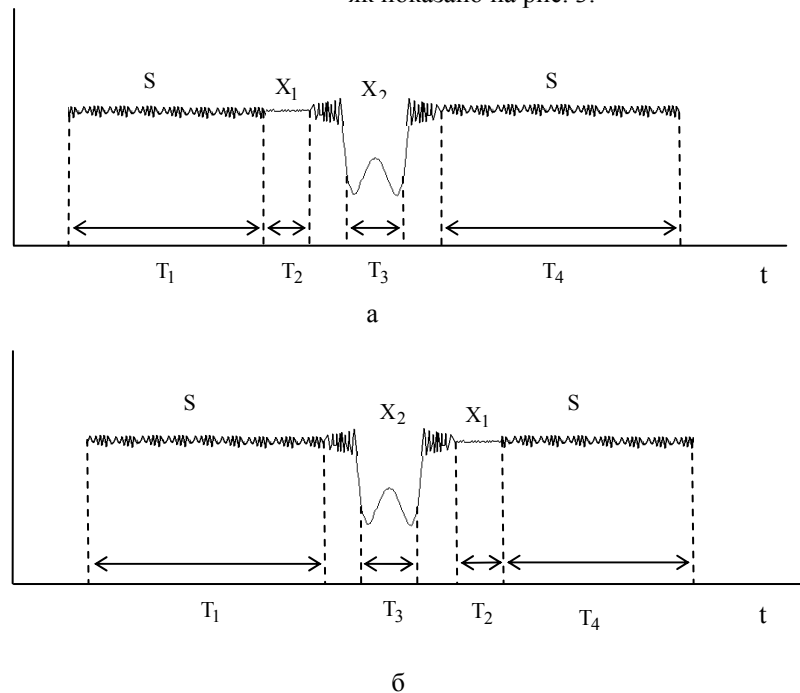


Рис. 3. Сигнал, що реєструється на виході ПРМ: а) коли об’єкт рухається в напрямку “до нас”; б) коли об’єкт рухається в напрямку “від нас”

$T_1, T_4$  – інтервал часу, коли відбувається інтерференція;  
 $T_2$  – інтервал часу, коли відсутня інтерференція;  
 $T_3$  – інтервал часу, коли об’єкт перекриває прямий промінь.

об’єкт затіняє прямий промінь, що призводить до значного зменшення амплітуди сигналу, який приймається ПРМ ( $X_2$ ). В іншому випадку, коли об’єкт рухається “від нас” (рис. 3, б) відбувається зворотня черговість подій: значне зменшення амплітуди сигналу ( $X_2$ ), а потім вже і відсутність інтерференції від відбивача ( $X_1$ ).

Якщо розглядати випадок, коли об’єкт рухається “до нас” (рис. 3, а), то в деякий момент часу об’єкт буде перекривати промінь на відбивач (з відбивача) і при цьому інтерференція буде відсутня ( $X_1$ ). Потім коли вже об’єкт не перекриває промінь на відбивач (з відбивача) рівень сигналу, що приймається збільшується з наближенням до середньої лінії ЗВ (лінії прямого променя). При перетинанні середньої лінії ЗВ

При реєстрації в часі початку перекриття променю в на відбивач (з відбивача) та початку перекриття прямого променя або при реєстрації часових показників в зворотному порядку стає можливим визначити такий параметр руху, як швидкість об’єкту. Розглянемо випадок, що показаний на рис. 4.

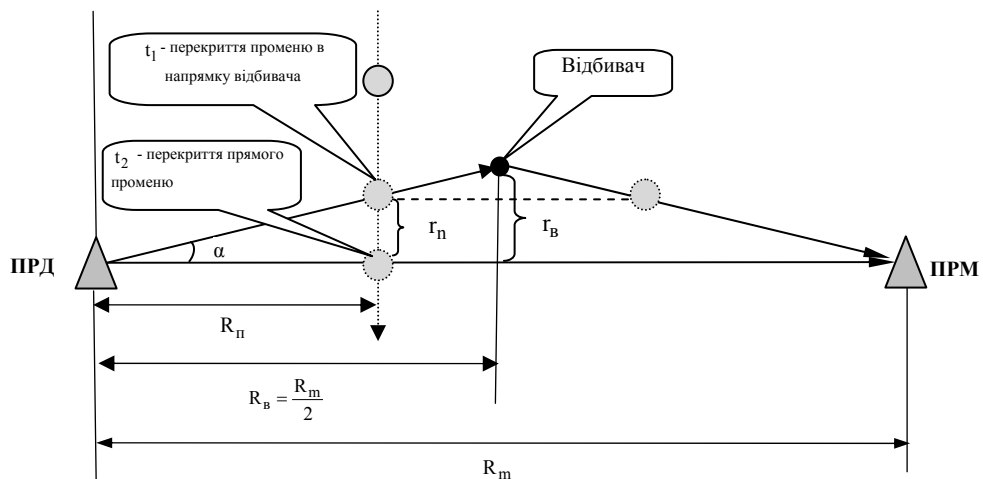


Рис. 4. Перетинання об’єктом променю в напрямку відбивача та прямого променя

Відстань яку долає об'єкт від моменту перекриття променю в напрямку відбивача до моменту перекриття прямого променю дорівнює:

$$r_n = V_n(t_2 - t_1), \quad (10)$$

де  $V_n$  – швидкість руху об'єкту;

$t_1, t_2$  – моменти часу перекриття променів в напрямку відбивача та прямого відповідно.

В свою чергу відстань  $r_n$  також дорівнює:

$$r_n = R_n \cdot \operatorname{tg} \alpha = R_n \cdot \frac{r_B}{R_B}, \quad (11)$$

де  $R_n$  – відстань до об'єкту від ПРД;

$r_B$  – відстань від середньої лінії (напрямок прямої хвилі) до відбивача, що знаходиться на краю ЗВ;

$R_B$  – проекція на  $R_m$  відстані від ПРД до відбивача (відбивач знаходиться в половині зони спостереження).

На основі виразів (10), (11) отримуємо рівняння з двома невідомими ( $V_n, R_n$ ):

$$V_n = \frac{2R_n \cdot r_B}{R_m \cdot (t_2 - t_1)}. \quad (12)$$

Беручи до уваги значення інтерференційного множника [3], що відображає зміну амплітуди електромагнітної хвилі на ПРМ при русі об'єкту отримуємо друге рівняння системи:

$$\varphi(t) = \cos[g(t_2 - t_1)^2], \quad (13)$$

де  $g = \frac{\pi R_m V_n^2}{\lambda R_n (R_m - R_n)}, \frac{\text{рад}}{c^2}$ .

Згідно фазової моделі утворення сигналу (рис. 1) визначимо ширину функції  $\cos[g(t_1 - t_2)^2]$  за нульовими значеннями для яких аргумент косинуса дорівнює  $\pm \frac{\pi}{2}$ :

$$\frac{\pi}{2} = \frac{\pi R_m V_n^2}{\lambda R_n (R_m - R_n)} \cdot (t_2 - t_1)^2. \quad (14)$$

Таким чином, маємо систему з двох рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{cases} \frac{\pi}{2} = \frac{\pi R_m V_n^2}{\lambda R_n (R_m - R_n)} \cdot (t_2 - t_1)^2; \\ V_n = \frac{2R_n r_B}{R_m (t_2 - t_1)}. \end{cases} \quad (15)$$

Для отримання рішення системи (15) виразимо з другого рівняння значення  $R_n$ . При цьому правильність перетворень будемо контролювати розмірністю:

$$R_n = \frac{V_n R_m (t_2 - t_1)}{2r_B}, \text{ м.} \quad (16)$$

Підставивши (16) в перше рівняння (15) знайдемо швидкість об'єкту:

$$V_n = \frac{2R_m \lambda r_B}{(8r_B^2 + R_m \lambda)(t_2 - t_1)}, \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (17)$$

Відстань від ПРД до об'єкту не можна визначити у зв'язку з неоднозначністю  $t_1$  – це перекриття променю на відбивач або перекриття відбитого променю з відбивача (рис. 4).

Для різноманітних технічних засобів охорони використовують оцінку показників стійкості до хибних тривог, що називається потенціалом хибних тривог [7]. Потенціали хибних тривог зазначені в табл. 1. Використовуються наступні градації потенціалів хибних тривог: 1 – дуже низька частота хибних спрацювань; 2 – низька; 3 – середня; 4 – висока; 5 – дуже висока.

Таблиця 1

Потенціали хибних тривог

Умови експлуатації	Параметри умов	Типи технічних засобів охорони			
		обривні	радіопроменеві	радіохвильові	телевізійні
Дощ	-	1	2	3	4-5
Сніг	-	0	2-4	2	5
Густий туман	-	0	2	0	5
Тварини	дрібні	0	1	1	1
	середні	1	4	2	2-3
	крупні	4-5	5	3	5
Птахи	дрібні	1	1	1	1
	крупні	1	3	1	3
Блискавка	-	1	2	4	5
Високовольтні лінії електропередач	-	1	2	1	0

З табл. 1 очевидним є те, що для радіопроменевих засобів охорони найвищий потенціал хибних тривог – крупні тварини, які при появі в ЗВ можуть ідентифікуватись як людина-порушник. Тому наступним вагомим моментом є необхідність здійснювати класифікацію об'єкту (людина або тварина).

Класифікацію об'єкту будемо здійснювати за наступними ознаками :

за реєстрацією зміни модуля комплексної амплітуди ( $X_3$ ) від впливу бокового розміру об'єкту, так боковий розмір крупних тварин більше бокового розміру людини ( $a > 0,25$  м); в

роботі [3] наведена модель утворення сигналу в двопозиційному РПСЗО за рахунок дифракції електромагнітних хвиль на об'єкті. Згідно даної моделі діапазон зміни модуля комплексної амплітуди в точці прийому збільшується при зростанні бокового розміру;

за часом тривалості перекриття променю на відбивач (з відбивача) або прямого променю ( $X_4$ ); для визначення часу перекриття променю скористаємось такими параметрами, як швидкість руху об'єкту та його боковий розмір. В табл. 2 вказані бокові розміри (довжина) великих диких тварин.

Таблиця 2

**Бокові розміри крупних диких тварин**

Назва тварини	Боковий розмір, м	Прискорена швидкість пересування, м/с	Час тривалості перекриття променю при прискореній швидкості руху, с
Лось	2,5	4	0,625
Бурий ведмідь	2	3	0,66
Кабан	1,7	3	0,56
Вовк	1,4	3	0,46
Косуля	1,2	3	0,4

Час тривалості перекриття об'єктом променю на відбивач (з відбивача) або прямого променю дорівнює:

$$\Delta t = \frac{a}{V_{\text{п}}}, \quad (18)$$

де  $a$  – боковий розмір об'єкту (довжина);

$V_{\text{п}}$  – швидкість об'єкту.

Так наприклад, при боковому розмірі людини 0,25 м та при швидкостях його пересування від середнього темпу 5 км/ч до прискореного 8,23 км/ч, час тривалості перекриття променю буде знаходитись в інтервалі 0,1 – 0,18 с. В табл. 2 зазначено час перекриття променю крупними

тваринами при прискореному пересуванні. Звідси явним є те, що час перекриття променю дикими тваринами при їх звичайному пересуванні (коли вони не налякані) буде більшим за час перекриття променю людиною при середньому темпі ходьби ( $\Delta t > 0,18$  с).

Розглянувши запропонований спосіб для визначення параметрів руху об'єкту двопозиційним РПСЗО, доцільним вбачається впровадження критеріїв ідентифікації впливу об'єкту на сигнал, що приймається. У табл. 3 подано ознаки ідентифікації і відповідні їм критерії.

Таблиця 3

**Ознаки ідентифікації впливу об'єкту порушення**

Ознака ідентифікації	Критерій ідентифікації
Першим реєструється зміна амплітуди сигналу ( $X_1$ ) внаслідок перекриття об'єктом порушення променю на відбивач (з відбивача)	Критерій визначення напрямку руху – об'єкт рухається “до нас”
Першим реєструється значне зменшення амплітуди сигналу ( $X_2$ ) внаслідок перекриття об'єктом порушення прямого променю	Критерій визначення напрямку руху – об'єкт рухається “від нас”
Зміна модуля комплексної амплітуди при боковому розмірі більше за 0,25м ( $X_3$ )	Критерій визначення типу об'єкту (людина/тварина)
Час тривалості перекриття променю на відбивач (з відбивача) поза інтервалом 0,1 - 0,18с ( $X_4$ )	Критерій визначення типу об'єкту (людина/тварина)

Аналогічно до процесу оцінки сигналів у радіолокації [8] наявність додаткових ознак ідентифікації сигналу можна трактувати як паралельне виявлення сигналу за відповідною ознакою. Структура алгоритму обробки сигналу із

врахуванням визначених критеріїв ідентифікації складається з декількох паралельних каналів ідентифікаторів сигналу за відповідною ознакою (рис. 5). Згідно рис. 5, амплітудний детектор окрім граничного виявлення обробляє сигнал за



Рис. 5. Структура алгоритму обробки сигналу

додатковими каналами обробки, що включають ідентифікатори за ознаками  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ , за якими блок логічної обробки визначає напрямку руху та тип об'єкту (людина або тварина).

### Висновки

З метою дослідження можливості визначення параметрів руху об'єкту проаналізовано модель утворення сигналу в двопозиційному РПСЗО на основі фазового простору. Звідси зроблено висновок, що без застосування додаткових технічних рішень в двопозиційних РПСЗО визначити параметри руху об'єкту не представляється можливим. Запропоновано можливі шляхи щодо визначення параметрів руху об'єкту.

Вперше розроблено методику визначення параметрів руху об'єкту двопозиційним РПСЗО. Наукова новизна даної методики полягає у

введенні: моделі визначення швидкості руху об'єкту, критеріїв для визначення напрямку руху об'єкту та здійсненні його класифікації за типом (людина або тварина). Дана методика відрізняється тим, що для визначення напрямку руху об'єкту двопозиційним РПСЗО формується лише одна зона виявлення, а також визначається швидкість руху та здійснюється його класифікація за типом.

Застосування даної методики дозволить підвищити інформаційну здатність діючих зразків двопозиційних РПСЗО.

В подальшій роботі з метою підвищення інформаційної ємності двопозиційних РПСЗО доцільним буде дослідити запропонований варіант застосування несиметричних діаграм спрямованості антен ПРД (ПРМ), узявши за основу дослідження багаторівневі (фрактальні) антени.

### Література

1. Чернышев М.Н. Исследование и разработка методов преобразования информации при формировании изображения нарушителя в электромагнитных волнах в технических системах охраны. Пенза 2011.  
 2. Добровольський А. Модель оцінки ефективності технічних засобів охорони кордону при врахуванні інформаційних характеристик / А.Добровольський // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2012. – Вип. №38. – С. 25-30.  
 3. Сальников И.И. Анализ пространственно-временных параметров удаленных объектов в информационных технических системах / И.И.Сальников – М.: ФИЗМАЛИТ, 2011. – 252с.  
 4. Извещатель охранной линейный "ТОРОС". Техническое описание и руководство по эксплуатации. – 27с.  
 5. Дем'янюк С.М. Засоби сигналізаційного озброєння охорони державного кордону. Частина 1. Засоби сигналізаційного озброєння охорони локальних ділянок: Офіційне видання. / С.М.Дем'янюк, О.М.Шинкарук – Хмельницький: Видавництво АПВУ, 1997. – 64с.  
 6. Магауенов Р.Г.

Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения: Учебное пособие / Р.Г.Магауенов – М.: Горячая линия – Телеком, 2004 – 367с.  
 7. Звездинский С.С. Средства обнаружения и системы охранной сигнализации: Учебное пособие для вузов / С.С.Звездинский, В.А.Иванов; М.: МГУИ, 2008 – 260с.  
 8. Радиотехнические системы: Учеб. Для вузов по специальности "радиотехника"/ Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др.; под редакцией Ю.М. Казаринова. – М.: Высш. шк., 1990. – 496с.  
 9. Пат. 2455692 Российская Федерация, МПК G08B 13/00, G01S 13/36. Способ обнаружения нарушителей в контролируемой зоне [Текст]. Первунических В.А., Токарев Н.Н., Афанасенков Ф.Н., Соломатин И.Ю., Прудский Е.В., Гнусарев В.П., Бутузов А.И.; патентообладатель - Федеральное государственное унитарное предприятие Федеральный научно-производственный центр "Производственное объединение "Старт" им. М.В. Проценко". Заявка - № 2010151591/08, 15.12.2010; опубликовано 10.07.12, Бюл. № 19.

Разработана методика определения таких параметров движения нарушителя, как направление и скорость, двухпозиционным радиолучевым сигнализационным средством охраны. Применение предложенной методики позволит повысить информационную способность действующих образцов двухпозиционных радиолучевых сигнализационных средств охраны.

*Ключевые слова:* двухпозиционное радиолучевое сигнализационное средство охраны, передатчик, приемник, зона выявления.

The methods of determining such characteristics of intruder's movement as direction and speed by two-position radioray signaling guarding means have been elaborated. Application of the methods offered will increase the informational capability of functioning samples of two-position radioray signaling guarding means.

*Key words:* two-position radioray signaling guarding means, transmitter, receiver, detection zone.