

УДК [623.611:621.396]:519.876.5

А.П. Волобуєв¹, О.В. Федін²

¹ *Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ*

² *Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів*

КРИСТАЛОГРАФІЧНИЙ МЕТОД МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТА ТИПУ «ПЕРСПЕКТИВНА РУХОМА СИСТЕМА РАДІОЗВ'ЯЗКУ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ – ОПЕРАЦІЙНИЙ РАЙОН – СИСТЕМА РАДІОРОЗВІДКИ ПРОТИВНИКА»

У статті запропоновано метод математичного моделювання об'єкта типу «перспективна рухома система радіозв'язку військового призначення – операційний район – система радіорозвідки противника», за допомогою якого вирішується задача створення математичної моделі цього об'єкта для дослідження рівня її радіомаскування і яка може бути взята за основу при розробленні алгоритмічного забезпечення децентралізованої системи управління системою радіозв'язку, зокрема управління рівнем радіомаскування.

Ключові слова: перспективна рухома система радіозв'язку, система радіорозвідки противника, радіомаскування.

Вступ

Актуальність. Сьогодні на озброєнні у збройних силах розвинених у воєнному відношенні країн знаходяться сучасні засоби та системи радіорозвідки [1–7], які з високою ефективністю спроможні викривати системи військового радіозв'язку, що розгортаються в інтересах різних ланок управління Збройних Сил України. Враховуючи те, що дії, спрямовані на зниження ефективності систем радіорозвідки противника (СРРП), є радіомаскуванням [8], можна зробити висновок про наявність об'єктивного протиріччя між необхідним рівнем радіомаскування сучасних систем військового радіозв'язку та їх можливостями щодо забезпечення необхідного рівня радіомаскування. Для розв'язання цього протиріччя, враховуючи фізичне та моральне старіння існуючого в Збройних Силах України парку засобів радіозв'язку, доцільне створення перспективної рухомої системи радіозв'язку військового призначення (ПРСР ВП), в якій би здійснювалося адаптивне управління рівнем радіомаскування ПРСР ВП з метою забезпечення його необхідного рівня. ПРСР ВП може бути системою рухомого радіозв'язку, що самоорганізується, з динамічною структурою, усі радіостанції якої рухомі та здійснюють обмін інформації із застосуванням ретрансляції [9–12]. Такі системи передбачають широку автоматизацію процесів та децентралізацію управління.

Отже, забезпечення необхідного рівня радіомаскування ПРСР ВП є актуальною науковою проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що проблемою радіомаскування займалися ряд авторів [13–17], але вони розглядали її з боку радіорозвідки та радіоелектронної боротьби. З позиції зв'язківців ця

проблема розглядалася лише на рівні організаційно-технічних заходів, пов'язаних з запровадженням режиму радіомовчання, роботою на знижених потужностях передавачів, застосуванням вузькоспрямованих антен, зменшенням часу роботи на передавання. Оцінюванню рівня радіомаскування та адаптивному управлінню рівнем радіомаскування рухомих систем радіозв'язку військового призначення уваги не приділялося. Тим не менше, зрозуміло, що для практичної реалізації переваг ПРСР ВП необхідне відповідне алгоритмічне забезпечення децентралізованої системи управління ПРСР ВП, зокрема управління рівнем радіомаскування, що, в свою чергу, вимагає розроблення математичної моделі такого об'єкта як «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», призначеної для дослідження ПРСР ВП з позиції рівня радіомаскування. Розроблення ж такої моделі передбачає наявність методу математичного моделювання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», що висвітлював би, якою саме моделлю можна промодельовувати даний об'єкт для дослідження рівня радіомаскування ПРСР ВП та як побудувати таку модель.

Мета статті полягає в розробленні методу математичного моделювання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», що вирішує задачу створення математичної моделі об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», призначеної для дослідження рівня радіомаскування ПРСР ВП, і яка може бути взята за основу при розробленні алгоритмічного забезпечення децентралізованої системи управління ПРСР ВП, зокрема управління рівнем радіомаскування.

Основна частина

Показником рівня радіомаскування доцільно обрати розвідувальну доступність ПРСР ВП, під якою

будемо розуміти легкість, з якою СРРП може встановити факт виходу в ефір радіостанцій ПРСР ВП, їх місцеположення, оперативно-тактичну приналежність (призначення). Таким чином, розвідувальна доступність ПРСР ВП буде визначатися відповідно електромагнітною доступністю, доступністю щодо визначення місцеположення та доступністю щодо визначення оперативно-тактичної приналежності (призначення).

Загально відомо, що для теорії математичного моделювання характерним є принцип спеціалізації, згідно з яким для дослідження окремих властивостей об'єкта створюється окрема (спеціальна) модель. Нас цікавить така модель, яка була б подібна до об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» з позиції розвідувальної доступності радіостанцій ПРСР ВП.

Очевидно, що розвідувальна доступність радіостанцій ПРСР ВП залежить від напрямку в просторі, де розгорнуті ПРСР ВП і СРРП, тобто має місце анізотропія з позиції розвідувальної доступності. Найбільш яскравим прикладом анізотропного простору з позиції різноманітних фізичних властивостей є кристали [18–20]. Зрозуміло, що повна подібність кристала до об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» неможлива. А цього взагалі і не вимагається. Нас цікавить лише подібність в ступені, що дозволить описати розвідувальну доступність радіостанцій ПРСР ВП в певному операційному районі для відповідної СРРП, подібно до фізичних властивостей кристалу.

Порівняний аналіз кристала та об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» виявив певні подібності та розбіжності між ними (таблиця).

Наведений аналіз подібностей та розбіжностей вказує на можливість моделювання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» об'єктом типу кристал для досліджування розвідувальної доступності радіостанцій ПРСР ВП, але не класичним кристалом, а квазікристалом [21], як аперіодичною структурою, що складається з сукупності взаємно проникних кластерів з не кристалографічною симетрією, і яка займає проміжне положення між кристалічним та аморфним станом речовини. Іншими словами, враховуючи ієрархічну багаторівневу структуру як ПРСР ВП, так і СРРП, об'єкт типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» можна моделювати аперіодичною просторовою решіткою, в вузлах якої знаходяться різноманітні радіостанції ПРСР ВП, засоби СРРП, і яка занурена в середовище розповсюдження електромагнітних хвиль (операційний район). Таку модель будемо називати квазікристал. Очевидно, що така властивість цього квазікристалу, як розвідувальна доступність радіостанцій ПРСР ВП, буде змінюватися в залежності від характеристик засобів, що знаходяться у вузлах просторової решітки та фізико-географічних умов розповсюдження електромагнітних хвиль на операційному районі.

В загальному випадку форма такої просторової решітки буде достатньо складною. Форма решітки

змінюється в часі завдяки руху або виходу з ладу окремих радіостанцій ПРСР ВП та засобів СРРП, або додаванню нових радіостанцій ПРСР ВП, або засобів СРРП. Зміни структури квазікристала – це не лише зміни траєкторій руху окремих радіостанцій ПРСР ВП та засобів СРРП, але й типу простору (зміни метричних властивостей простору), що містить ці траєкторії.

Просторові співвідношення між розміщенням в операційному районі радіостанцій ПРСР ВП, засобів СРРП та зв'язки між ними характеризують певні закономірності внутрішньої побудови квазікристалу. Точки квазікристала, взагалі кажучи, різноманітні: в одній точці знаходиться радіостанція одного типу ПРСР ВП, в другій – радіостанція іншого типу ПРСР ВП, в третій – засіб СРРП, в четвертій – взагалі ніяких засобів немає і т.ін.

Таким чином, щоб моделювати об'єкт типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» квазікристалом необхідно описати його як дискретний та як безперервний простір.

Вихідними даними для моделювання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» квазікристалом будуть: введена система координат на операційному районі, зокрема може бути декартова тривимірна прямокутна система координат O_{xyh} з початком в точці O ; оперативна побудова (бойовий порядок) військ, розгорнутих на операційному районі; X – розмах операційного району по фронті, км; Y – розмах операційного району у глибину, км; H – розмах операційного району по висоті, км; $(1 \div N_1)$ – кількість наземних стаціонарних радіостанцій, шт.; $(1 \div N_2)$ – кількість радіостанцій наземних транспортно-бойових засобів, шт.; $(1 \div N_3)$ – кількість радіостанцій вертольотів, шт.; $(1 \div N_4)$ – кількість портативних радіостанцій, шт.; $(1 \div N_5)$ – кількість радіостанцій морського базування, шт.; $(1 \div N_6)$ – кількість радіостанцій повітряного базування, шт.; $(1 \div N_7)$ – кількість супутникових ретрансляторів, шт.; $N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_7$ – загальна кількість радіостанцій у ПРСР ВП, шт.; $(IP_i \div IP_N)$ – адреси радіостанцій ПРСР ВП; v_i – швидкість переміщення радіостанції з адресою IP_i ; P_i – потужність випромінювання радіостанції з адресою IP_i ; Δf_i – частотний діапазон радіостанції з адресою IP_i ; E_i – чутливість приймача радіостанції з адресою IP_i ; $F_i(\psi)$ – діаграма спрямованості антени радіостанції з адресою IP_i ; ψ – полярний кут; $(1 \div M_1)$ – кількість наземних стаціонарних засобів СРРП, шт.; $(1 \div M_2)$ – кількість наземних рухомих засобів СРРП, шт.; $(1 \div M_3)$ – кількість вертольотних засобів СРРП, шт.;

Порівняльний аналіз кристала та об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП»

Подібності між об'єктом типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» та класичними кристалами	Розбіжності між об'єктом типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» та класичними кристалами
1. І на об'єкті типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», і на кристалі можна виявити радіус дискретності	1. Кристал має радіус однорідності на відміну від об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП».
2. Наявність двоїстості у підході до опису як об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», так і кристала: І об'єкт типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», і кристал можна розглядати, і як дискретне, і як безперервне середовище. Дискретність означає, що розвідувальна доступність радіостанцій ПРСР ВП, як властивість об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», та певні фізичні властивості кристала не можуть бути однаковими там, де елементів просторової решітки немає, і там, де вони є. Однак, в деяких випадках достатньо обмежитися розглядом об'ємів, значно більших, ніж об'єм елементів просторової решітки, та значно менших, ніж об'єм розглядуваних об'єктів у цілому. Саме в такому розумінні можна розглядати і об'єкт типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» і кристал як середовище суцільне та однорідне.	2. Кристал можна однозначно характеризувати взаємним нахилом його граней на відміну від об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП».
3. Має місце як анізотропія розвідувальної доступності радіостанцій ПРСР ВП на об'єкті типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», так і анізотропія певних фізичних властивостей кристала (залежність від напрямку в просторі розглядуваних об'єктів).	3. Кристалу притаманна основна трансляція, як найкоротша відстань між гомологічними елементами на відміну від об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП». Тобто, трансляційна симетрія структури (періодичність у розміщенні вузлів просторової решітки) об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» є швидше випадковою. Але якщо розглядати рухому систему радіозв'язку, наприклад, окремої механізованої бригади, то радіостанції систем радіозв'язку окремих батальйонів можуть бути гомологічними. І тоді ми можемо казати про основну трансляцію об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП».
4. Як розвідувальна доступність радіостанцій ПРСР ВП на об'єкті типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», так і певні фізичні властивості кристала залежать від структури розглядуваних об'єктів.	4. Кристалу притаманна дісиметрія на відміну від об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП».
5. В реальних кристалах закономірне чередування часток завжди порушено (тобто реальні кристали неідеальні). В реальних об'єктах типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» закономірності структури також порушуються внаслідок умов застосування: ураження, поломка засобів, зміни в середовищі розповсюдження електромагнітних хвиль, радіоелектронна обстановка в ОР і т.ін.	5. Кристалам притаманна симетрія, періодичність та закономірність структури, тому основним методом дослідження кристала є встановлення симетрії явищ, властивостей, структури та зовнішньої форми кристала на відміну від об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП».
6. І об'єкт типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», і кристал мають певні закономірності у розміщенні вузлів просторової решітки, які зокрема для об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» викликані певною оперативною побудовою військ та структурою системи управління.	
7. Хімічні зв'язки в кристалах подібні до радіоканалів між радіостанціями ПРСР ВП та засобами СРРП.	
8. І на об'єкті типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП», і на кристалі можна розглядати варіанти структури типу монокристал (окремий цілісний кристал) і типу полікристал (поєднання монокристалів).	

$(1 \div M_4)$ – кількість засобів повітряного базування СРРП, шт.; $(1 \div M_5)$ – кількість засобів морського базування СРРП, шт.; $M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$ –

загальна кількість засобів СРРП, шт.; $(Id_1 \div Id_M)$ – ідентифікаційні коди засобів СРРП; v_{N+j} – швидкість переміщення засобу СРРП з ідентифікаційним

кодом Id_j ; E_{N+j} – чутливість приймача засобу СРРП з ідентифікаційним кодом Id_j ; $F_{N+j}(\psi)$ – діаграма спрямованості приймальної антени засобу СРРП з ідентифікаційним кодом Id_j ; $\Delta f_{nрm_{N+j}}$ –

частотний діапазон приймача засобу СРРП з ідентифікаційним кодом Id_j .

Схематично оперативна побудова (бойовий порядок) військ, розгорнутих в операційному районі, наведена на рис. 1.

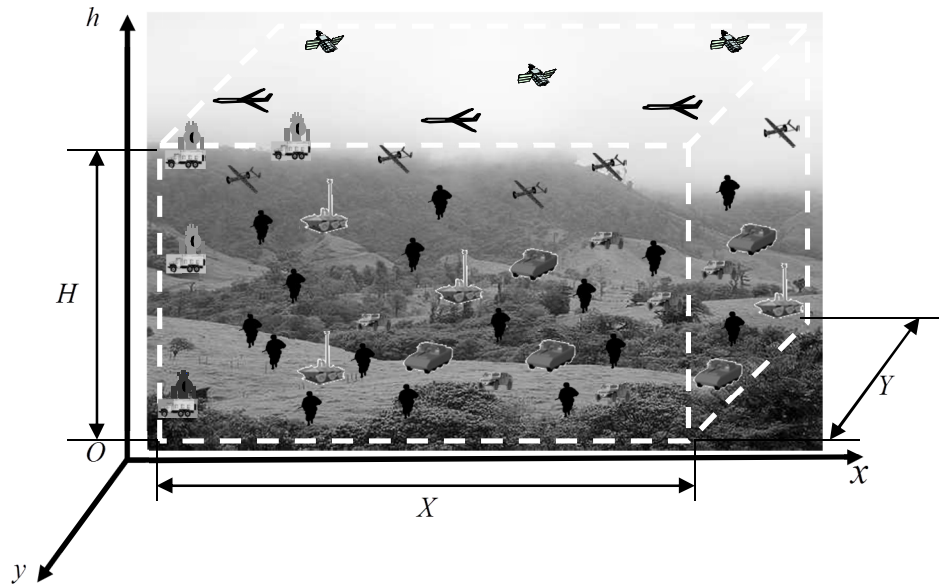


Рис. 1. Схематичне подання оперативної побудови (бойового порядку) військ в операційному районі

1. Подання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» як дискретного простору.

Форма просторової решітки квазікристала визначатиметься набором координат (в обраній системі координат) її вузлів, тобто радіостанцій ПРСР ВП, засобів радіорозвідки СРРП та зв'язків між ними. Найбільш простим для розуміння є вибір тривимірної декартової системи координат, хоча в загальному випадку система координат може бути будь-якою. Кожна радіостанція ПРСР ВП має IP-адресу. За умови наявності навігаційного модуля в радіостанції ми отримуємо набір IP-адрес всіх радіостанцій та

набір координат у певний часовий зріз. Плюс до цього, поточну швидкість руху радіостанції.

Розміщення радіостанцій залежить від оперативної побудови (бойового порядку) військ в операційному районі. Тому, переміщення радіостанцій лише з міркувань забезпечення зв'язку практично неможливе. Тому досить цікавим є питання зниження розвідувальної доступності ПРСР ВП без переміщень радіостанцій.

Отже, просторову решітку квазікристала доцільно подавати, спираючись на теорію решіток [22-23]. Для чого введемо до розгляду непусту підмножину радіостанцій ПРСР ВП з відповідними поточними координатами:

$$A = \{a_1(x_{a_1}, y_{a_1}, h_{a_1}), a_2(x_{a_2}, y_{a_2}, h_{a_2}), \dots, a_i(x_{a_i}, y_{a_i}, h_{a_i}), \dots, a_N(x_{a_N}, y_{a_N}, h_{a_N})\} \quad (1)$$

та непусту підмножину засобів радіорозвідки СРРП з відповідними поточними координатами:

$$B = \{b_1(x_{b_1}, y_{b_1}, h_{b_1}), b_2(x_{b_2}, y_{b_2}, h_{b_2}), \dots, b_j(x_{b_j}, y_{b_j}, h_{b_j}), \dots, b_M(x_{b_M}, y_{b_M}, h_{b_M})\} \quad (2)$$

Після чого сформуємо впорядковані множини координат радіостанцій ПРСР ВП та засобів радіорозвідки СРРП:

$$\langle X; \leq \rangle = \{x_{a_i}, x_{b_j} \mid \leq \} \{ \sup \{x_{a_i}, x_{a_j}(x_{b_j})\}, \inf \{x_{a_i}, x_{a_j}(x_{b_j})\} \} \quad (3)$$

$$\langle Y; \leq \rangle = \{y_{a_i}, y_{b_j} \mid \leq \} \{ \sup \{y_{a_i}, y_{a_j}(y_{b_j})\}, \inf \{y_{a_i}, y_{a_j}(y_{b_j})\} \} \quad (4)$$

$$\langle H; \leq \rangle = \{h_{a_i}, h_{b_j} \mid \leq \} \{ \sup \{h_{a_i}, h_{a_j}(h_{b_j})\}, \inf \{h_{a_i}, h_{a_j}(h_{b_j})\} \} \quad (5)$$

за умови непорівнянності координат:

$$R_{a_i, a_j(b_j)}^2 = (x_{a_i} - x_{a_j(b_j)})^2 + (y_{a_i} - y_{a_j(b_j)})^2 + (h_{a_i} - h_{a_j(b_j)})^2 = \min, \quad (6)$$

для n найближчих радіостанцій ПРСР ВП.

Після чого сформуємо підмножини непорівняних координат радіостанцій ПРСР ВП та засобів радіорозвідки СРРП:

$$\langle \tilde{X}; \leq \rangle = \{ \tilde{x}_{a_i}, \tilde{x}_{b_j} \mid \leq \} \tilde{x}_{a_i} \parallel \tilde{x}_{a_j} (\tilde{x}_{b_j}) \quad (7)$$

$$\langle \tilde{Y}; \leq \rangle = \{ \tilde{y}_{a_i}, \tilde{y}_{b_j} \mid \leq \} \tilde{y}_{a_i} \parallel \tilde{y}_{a_j} (\tilde{y}_{b_j}) \quad (8)$$

$$\langle \tilde{H}; \leq \rangle = \{ \tilde{h}_{a_i}, \tilde{h}_{b_j} \mid \leq \} \tilde{h}_{a_i} \parallel \tilde{h}_{a_j} (\tilde{h}_{b_j}) \quad (9)$$

Як відомо з [23], решітка може бути однозначно подана таблицями перехрещень, таблицями об'єднань

\wedge	x_{a_1}	x_{a_2}	...	x_{a_i}	...	x_{a_N}	x_{b_1}	x_{b_2}	...	x_{b_j}	...	x_{b_M}
x_{a_1}	x_{a_1}	$x_{a_1 a_2}$	$x_{a_1 \dots}$	$x_{a_1 a_i}$	$x_{a_1 \dots}$	$x_{a_1 a_N}$	$x_{a_1 b_1}$	$x_{a_1 b_2}$	$x_{a_1 \dots}$	$x_{a_1 b_j}$	$x_{a_1 \dots}$	$x_{a_1 b_M}$
x_{a_2}	$x_{a_2 a_1}$	x_{a_2}	$x_{a_2 \dots}$	$x_{a_2 a_i}$	$x_{a_2 \dots}$	$x_{a_2 a_N}$	$x_{a_2 b_1}$	$x_{a_2 b_2}$	$x_{a_2 \dots}$	$x_{a_2 b_j}$	$x_{a_2 \dots}$	$x_{a_2 b_M}$
...	$x_{\dots a_1}$	$x_{\dots a_2}$	...	$x_{\dots a_i}$	x_{\dots}	$x_{\dots a_N}$	$x_{\dots b_1}$	$x_{\dots b_2}$	x_{\dots}	$x_{\dots b_j}$	x_{\dots}	$x_{\dots b_M}$
x_{a_i}	$x_{a_i a_1}$	$x_{a_i a_2}$	$x_{a_i \dots}$	x_{a_i}	$x_{a_i \dots}$	$x_{a_i a_N}$	$x_{a_i b_1}$	$x_{a_i b_2}$	$x_{a_i \dots}$	$x_{a_i b_j}$	$x_{a_i \dots}$	$x_{a_i b_M}$
...	$x_{\dots a_1}$	$x_{\dots a_2}$	x_{\dots}	$x_{\dots a_i}$	...	$x_{\dots a_N}$	$x_{\dots b_1}$	$x_{\dots b_2}$	x_{\dots}	$x_{\dots b_j}$	x_{\dots}	$x_{\dots b_M}$
x_{a_N}	$x_{a_N a_1}$	$x_{a_N a_2}$	$x_{a_N \dots}$	$x_{a_N a_i}$	$x_{a_N \dots}$	x_{a_N}	$x_{a_N b_1}$	$x_{a_N b_2}$	$x_{a_N \dots}$	$x_{a_N b_j}$	$x_{a_N \dots}$	$x_{a_N b_M}$
x_{b_1}	$x_{b_1 a_1}$	$x_{b_1 a_2}$	$x_{b_1 \dots}$	$x_{b_1 a_i}$	$x_{b_1 \dots}$	$x_{b_1 a_N}$	x_{b_1}	$x_{b_1 b_2}$	$x_{b_1 \dots}$	$x_{b_1 b_j}$	$x_{b_1 \dots}$	$x_{b_1 b_M}$
x_{b_2}	$x_{b_2 a_1}$	$x_{b_2 a_2}$	$x_{b_2 \dots}$	$x_{b_2 a_i}$	$x_{b_2 \dots}$	$x_{b_2 a_N}$	$x_{b_2 b_1}$	x_{b_2}	$x_{b_2 \dots}$	$x_{b_2 b_j}$	$x_{b_2 \dots}$	$x_{b_2 b_M}$
...	$x_{\dots a_1}$	$x_{\dots a_2}$	x_{\dots}	$x_{\dots a_i}$	x_{\dots}	$x_{\dots a_N}$	$x_{\dots b_1}$	$x_{\dots b_2}$	...	$x_{\dots b_j}$	x_{\dots}	$x_{\dots b_M}$
x_{b_j}	$x_{b_j a_1}$	$x_{b_j a_2}$	$x_{b_j \dots}$	$x_{b_j a_i}$	$x_{b_j \dots}$	$x_{b_j a_N}$	$x_{b_j b_1}$	$x_{b_j b_2}$	$x_{b_j \dots}$	x_{b_j}	$x_{b_j \dots}$	$x_{b_j b_M}$
...	$x_{\dots a_1}$	$x_{\dots a_2}$	x_{\dots}	$x_{\dots a_i}$	x_{\dots}	$x_{\dots a_N}$	$x_{\dots b_1}$	$x_{\dots b_2}$	x_{\dots}	$x_{\dots b_j}$	...	$x_{\dots b_M}$
x_{b_M}	$x_{b_M a_1}$	$x_{b_M a_2}$	$x_{b_M \dots}$	$x_{b_M a_i}$	$x_{b_M \dots}$	$x_{b_M a_N}$	$x_{b_M b_1}$	$x_{b_M b_2}$	$x_{b_M \dots}$	$x_{b_M b_j}$	$x_{b_M \dots}$	x_{b_M}

де

$$x_{b_j a_i} = \begin{cases} x_{b_j}, & \text{якщо } x_{b_j} < x_{a_i} \\ x_{a_i}, & \text{якщо } x_{a_i} < x_{b_j} \end{cases} \quad (13)$$

\vee	x_{a_1}	x_{a_2}	...	x_{a_i}	...	x_{a_N}	x_{b_1}	x_{b_2}	...	x_{b_j}	...	x_{b_M}
x_{a_1}	x_{a_1}	$x'_{a_1 a_2}$	$x'_{a_1 \dots}$	$x'_{a_1 a_i}$	$x'_{a_1 \dots}$	$x'_{a_1 a_N}$	$x'_{a_1 b_1}$	$x'_{a_1 b_2}$	$x'_{a_1 \dots}$	$x'_{a_1 b_j}$	$x'_{a_1 \dots}$	$x'_{a_1 b_M}$
x_{a_2}	$x_{a_2 a_1}$	x_{a_2}	$x'_{a_2 \dots}$	$x'_{a_2 a_i}$	$x'_{a_2 \dots}$	$x'_{a_2 a_N}$	$x'_{a_2 b_1}$	$x'_{a_2 b_2}$	$x'_{a_2 \dots}$	$x'_{a_2 b_j}$	$x'_{a_2 \dots}$	$x'_{a_2 b_M}$
...	$x'_{\dots a_1}$	$x'_{\dots a_2}$	...	$x'_{\dots a_i}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots a_N}$	$x'_{\dots b_1}$	$x'_{\dots b_2}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots b_j}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots b_M}$
x_{a_i}	$x_{a_i a_1}$	$x_{a_i a_2}$	$x_{a_i \dots}$	x_{a_i}	$x_{a_i \dots}$	$x_{a_i a_N}$	$x_{a_i b_1}$	$x_{a_i b_2}$	$x_{a_i \dots}$	$x_{a_i b_j}$	$x_{a_i \dots}$	$x_{a_i b_M}$
...	$x'_{\dots a_1}$	$x'_{\dots a_2}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots a_i}$	...	$x'_{\dots a_N}$	$x'_{\dots b_1}$	$x'_{\dots b_2}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots b_j}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots b_M}$
x_{a_N}	$x_{a_N a_1}$	$x_{a_N a_2}$	$x_{a_N \dots}$	$x_{a_N a_i}$	$x_{a_N \dots}$	x_{a_N}	$x_{a_N b_1}$	$x_{a_N b_2}$	$x_{a_N \dots}$	$x_{a_N b_j}$	$x_{a_N \dots}$	$x_{a_N b_M}$
x_{b_1}	$x'_{b_1 a_1}$	$x'_{b_1 a_2}$	$x'_{b_1 \dots}$	$x'_{b_1 a_i}$	$x'_{b_1 \dots}$	$x'_{b_1 a_N}$	x_{b_1}	$x'_{b_1 b_2}$	$x'_{b_1 \dots}$	$x'_{b_1 b_j}$	$x'_{b_1 \dots}$	$x'_{b_1 b_M}$
x_{b_2}	$x'_{b_2 a_1}$	$x'_{b_2 a_2}$	$x'_{b_2 \dots}$	$x'_{b_2 a_i}$	$x'_{b_2 \dots}$	$x'_{b_2 a_N}$	$x'_{b_2 b_1}$	x_{b_2}	$x'_{b_2 \dots}$	$x'_{b_2 b_j}$	$x'_{b_2 \dots}$	$x'_{b_2 b_M}$
...	$x'_{\dots a_1}$	$x'_{\dots a_2}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots a_i}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots a_N}$	$x'_{\dots b_1}$	$x'_{\dots b_2}$	...	$x'_{\dots b_j}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots b_M}$
x_{b_j}	$x'_{b_j a_1}$	$x'_{b_j a_2}$	$x'_{b_j \dots}$	$x'_{b_j a_i}$	$x'_{b_j \dots}$	$x'_{b_j a_N}$	$x'_{b_j b_1}$	$x'_{b_j b_2}$	$x'_{b_j \dots}$	x_{b_j}	$x'_{b_j \dots}$	$x'_{b_j b_M}$
...	$x'_{\dots a_1}$	$x'_{\dots a_2}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots a_i}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots a_N}$	$x'_{\dots b_1}$	$x'_{\dots b_2}$	x'_{\dots}	$x'_{\dots b_j}$	...	$x'_{\dots b_M}$
x_{b_M}	$x'_{b_M a_1}$	$x'_{b_M a_2}$	$x'_{b_M \dots}$	$x'_{b_M a_i}$	$x'_{b_M \dots}$	$x'_{b_M a_N}$	$x'_{b_M b_1}$	$x'_{b_M b_2}$	$x'_{b_M \dots}$	$x'_{b_M b_j}$	$x'_{b_M \dots}$	x_{b_M}

$$\text{де } x'_{b_j a_i} = \begin{cases} x_{b_j}, & \text{якщо } x_{b_j} > x_{a_i} \\ x_{a_i}, & \text{якщо } x_{a_i} > x_{b_j} \end{cases} \quad (15)$$

Таблиці перехрещень та об'єднань множини координат радіостанцій ПРСР ВП і засобів радіорозвідки СРРП решти осей координат створюються аналогічно.

елементів множини координат радіостанцій ПРСР ВП і засобів радіорозвідки СРРП по осях Ox, Oy, Oz :

$$T_{\wedge}(X), T_{\wedge}(Y), T_{\wedge}(H) \quad (10)$$

$$T_{\vee}(X), T_{\vee}(Y), T_{\vee}(H) \quad (11)$$

та діаграмами множини координат $\langle X; \leq \rangle, \langle Y; \leq \rangle, \langle H; \leq \rangle$.

Отже, таблиця перехрещень $T_{\wedge}(X)$ множини координат радіостанцій ПРСР ВП і засобів радіорозвідки СРРП по осі Ox має вигляд:

Таблиця об'єднань $T_{\vee}(X)$ множини координат радіостанцій ПРСР ВП і засобів радіорозвідки СРРП по осі Ox має такий вигляд:

Тоді загальна діаграма множини координат $\langle X; \leq \rangle, \langle Y; \leq \rangle, \langle H; \leq \rangle$ матиме такий вигляд (рис. 2). При цьому будемо казати, що радіостанція $a_i(x_{a_i}, y_{a_i}, h_{a_i})$ покриває радіостанцію $a_j(x_{a_j}, y_{a_j}, h_{a_j})$ (засіб радіорозвідки

$b_j(x_{b_j}, y_{b_j}, h_{b_j})$) тоді і тільки тоді, якщо $x_{a_i} > x_{a_j}$ ($x_{a_i} > x_{b_j}$), $y_{a_i} > y_{a_j}$ ($y_{a_i} > y_{b_j}$), $h_{a_i} > h_{a_j}$ ($h_{a_i} > h_{b_j}$) і не існує (x, y, h) , такої, що $x_{a_i} > x > x_{a_j}$ ($x_{a_i} > x > x_{b_j}$),

$y_{a_i} > y > y_{a_j}$ ($y_{a_i} > y > y_{b_j}$), $h_{a_i} > h > h_{a_j}$ ($h_{a_i} > h > h_{b_j}$), що надає змогу описувати взаємну ретрансляцію через найближчих сусідів у ПРСР ВП.

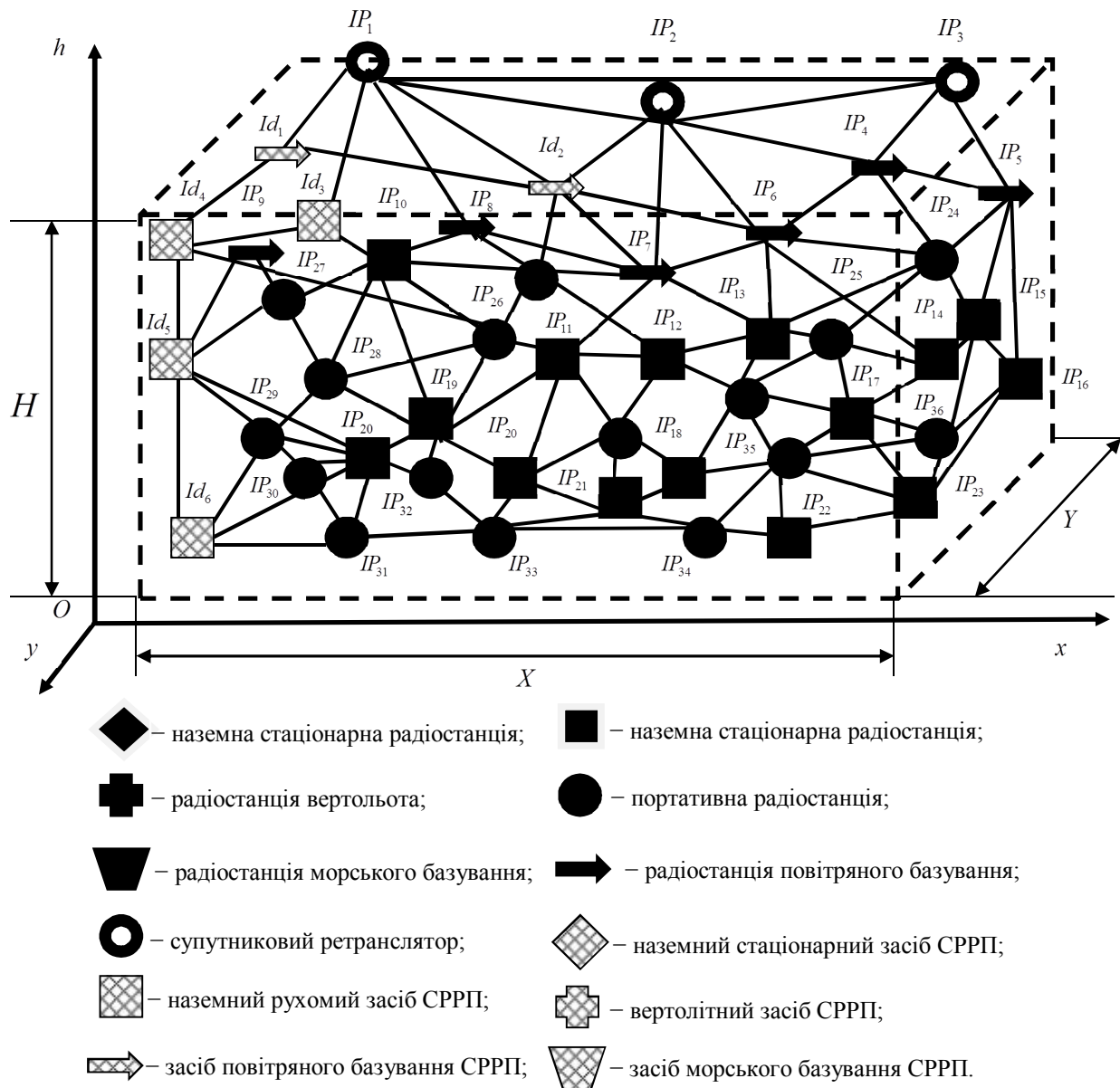


Рис. 2. Загальна діаграма множини координат радіостанцій ПРСР ВП і засобів радіорозвідки СРРП по осях координат Ox, Oy, Oh

2. Подання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» як безперервного простору

Для ПРСР ВП характерним є більш значний вплив місцевості на явища розповсюдження радіохвиль. У зв'язку із складним характером факторів, що впливають на розповсюдження електромагнітних хвиль, необхідна максимально повна і точна інформація щодо характеристик операційного району. Отже, нам знадобиться цифрова 3D топографічна карта операційного району, що містить: рельєф суші, населені пункти (у вигляді будівель та споруд), гідрографію, рослинний покрив та карта метеорологічних параметрів.

В загальному випадку до складу ПРСР ВП входять такі класи підсистем ПРСР ВП (тактичні, оперативні, стратегічні):

1. Підсистема ПРСР ВП класу «Земля–Земля» (діапазон частот $\Delta f_{33} : f_{33}^H \div f_{33}^K$ (Гц), область допустимих координат $(\Delta x_{33} : x_{33}^H \div x_{33}^K, \Delta y_{33} : y_{33}^H \div y_{33}^K, \Delta h_{33} : h_{33}^H \div h_{33}^K)$, множник ослаблення L_{33});

2. Підсистема ПРСР ВП класу «Повітря–Повітря» (діапазон частот $\Delta f_{nn} : f_{nn}^H \div f_{nn}^K$ (Гц), область допустимих

координат ($\Delta x_{nn} : x_{nn}^H \div x_{nn}^K$, $\Delta y_{nn} : y_{nn}^H \div y_{nn}^K$, $\Delta h_{nn} : h_{nn}^H \div h_{nn}^K$), множник ослаблення L_{nn});

3. Підсистема ПРСР ВП класу «Стратосферна аероплатформа – Стратосферна аероплатформа» (діапазон частот $\Delta f_{caca} : f_{caca}^H \div f_{caca}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{caca} : x_{caca}^H \div x_{caca}^K$, $\Delta y_{caca} : y_{caca}^H \div y_{caca}^K$, $\Delta h_{caca} : h_{caca}^H \div h_{caca}^K$), множник ослаблення L_{caca});

4. Підсистема ПРСР ВП класу «Море–Море» (діапазон частот $\Delta f_{mm} : f_{mm}^H \div f_{mm}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{mm} : x_{mm}^H \div x_{mm}^K$, $\Delta y_{mm} : y_{mm}^H \div y_{mm}^K$, $\Delta h_{mm} : h_{mm}^H \div h_{mm}^K$), множник ослаблення L_{mm});

5. Підсистема ПРСР ВП класу «Космос–Космос» (діапазон частот $\Delta f_{kk} : f_{kk}^H \div f_{kk}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{kk} : x_{kk}^H \div x_{kk}^K$, $\Delta y_{kk} : y_{kk}^H \div y_{kk}^K$, $\Delta h_{kk} : h_{kk}^H \div h_{kk}^K$), множник ослаблення L_{kk});

6. Підсистема ПРСР ВП класу «Земля–Повітря» (діапазон частот $\Delta f_{zn} : f_{zn}^H \div f_{zn}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{zn} : x_{zn}^H \div x_{zn}^K$, $\Delta y_{zn} : y_{zn}^H \div y_{zn}^K$, $\Delta h_{zn} : h_{zn}^H \div h_{zn}^K$), множник ослаблення L_{zn});

7. Підсистема ПРСР ВП класу «Земля–Море» (діапазон частот $\Delta f_{zm} : f_{zm}^H \div f_{zm}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{zm} : x_{zm}^H \div x_{zm}^K$, $\Delta y_{zm} : y_{zm}^H \div y_{zm}^K$, $\Delta h_{zm} : h_{zm}^H \div h_{zm}^K$), множник ослаблення L_{zm});

8. Підсистема ПРСР ВП класу «Земля–Стратосферна аероплатформа» (діапазон частот $\Delta f_{zca} : f_{zca}^H \div f_{zca}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{zca} : x_{zca}^H \div x_{zca}^K$, $\Delta y_{zca} : y_{zca}^H \div y_{zca}^K$, $\Delta h_{zca} : h_{zca}^H \div h_{zca}^K$), множник ослаблення L_{zca});

9. Підсистема ПРСР ВП класу «Земля–Космос» (діапазон частот $\Delta f_{zk} : f_{zk}^H \div f_{zk}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{zk} : x_{zk}^H \div x_{zk}^K$, $\Delta y_{zk} : y_{zk}^H \div y_{zk}^K$, $\Delta h_{zk} : h_{zk}^H \div h_{zk}^K$), множник ослаблення L_{zk});

10. Підсистема ПРСР ВП класу «Море–Повітря» (діапазон частот $\Delta f_{mn} : f_{mn}^H \div f_{mn}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{mn} : x_{mn}^H \div x_{mn}^K$, $\Delta y_{mn} : y_{mn}^H \div y_{mn}^K$, $\Delta h_{mn} : h_{mn}^H \div h_{mn}^K$), множник ослаблення L_{mn});

11. Підсистема ПРСР ВП класу «Море–Стратосферна аероплатформа» (діапазон частот $\Delta f_{msa} : f_{msa}^H \div f_{msa}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{msa} : x_{msa}^H \div x_{msa}^K$, $\Delta y_{msa} : y_{msa}^H \div y_{msa}^K$, $\Delta h_{msa} : h_{msa}^H \div h_{msa}^K$), множник ослаблення L_{msa});

12. Підсистема ПРСР ВП класу «Море–Космос» (діапазон частот $\Delta f_{mk} : f_{mk}^H \div f_{mk}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{mk} : x_{mk}^H \div x_{mk}^K$, $\Delta y_{mk} : y_{mk}^H \div y_{mk}^K$, $\Delta h_{mk} : h_{mk}^H \div h_{mk}^K$), множник ослаблення L_{mk});

13. Підсистема ПРСР ВП класу «Повітря–Стратосферна аероплатформа» (діапазон частот $\Delta f_{nca} : f_{nca}^H \div f_{nca}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{nca} : x_{nca}^H \div x_{nca}^K$, $\Delta y_{nca} : y_{nca}^H \div y_{nca}^K$, $\Delta h_{nca} : h_{nca}^H \div h_{nca}^K$), множник ослаблення L_{nca});

14. Підсистема ПРСР ВП класу «Повітря–Космос» (діапазон частот $\Delta f_{nk} : f_{nk}^H \div f_{nk}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{nk} : x_{nk}^H \div x_{nk}^K$, $\Delta y_{nk} : y_{nk}^H \div y_{nk}^K$, $\Delta h_{nk} : h_{nk}^H \div h_{nk}^K$), множник ослаблення L_{nk});

15. Підсистема ПРСР ВП класу «Стратосферна аероплатформа–Космос» (діапазон частот $\Delta f_{cak} : f_{cak}^H \div f_{cak}^K$ (Гц), область допустимих координат ($\Delta x_{cak} : x_{cak}^H \div x_{cak}^K$, $\Delta y_{cak} : y_{cak}^H \div y_{cak}^K$, $\Delta h_{cak} : h_{cak}^H \div h_{cak}^K$), множник ослаблення L_{cak});

Аналогічно необхідно визначити класи підсистем СРРП, які працюватимуть в операційному районі, їх частотний діапазон та їх області допустимих координат.

Між радіостанціями даних підсистем ПРСР ВП може існувати певна кількість типів та комбінацій трас розповсюдження радіохвиль, причому для кожного з типів множник ослаблення розраховується по-різному з урахуванням критерію «найгіршого місяця».

Загальний вигляд об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» як безперервного простору наведено на рис. 3.

Градаціями відтінків сірого кольору показаний просторовий розподіл властивостей операційного району щодо розповсюдження електромагнітних хвиль. Розподіл операційного району на кластери демонструє підхід до визначення координат крайніх точок радіотрас. При цьому розмір кластера можна визначити габаритними розмірами засобів, на яких розміщені радіостанції ПРСР ВП. Розрахувавши множники ослаблення для

всього розмаїття можливих радіотрас на операційному районі, ми отримаємо суцільне середовище розповсюдження електромагнітних хвиль, властивості якого будуть залежати не лише від фізико-географічних умов операційного району, але й характеристик радіостанцій ПРСР ВП та засобів радіорозвідки СРРП.

Множники ослаблення для радіотрас підсистем ПРСР ВП різних класів розраховуються на основі теорії розповсюдження електромагнітних хвиль згідно з [24].

Об'єднання розглянутих підходів до опису об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» і дає квазікристал, який зображений на рис. 4.

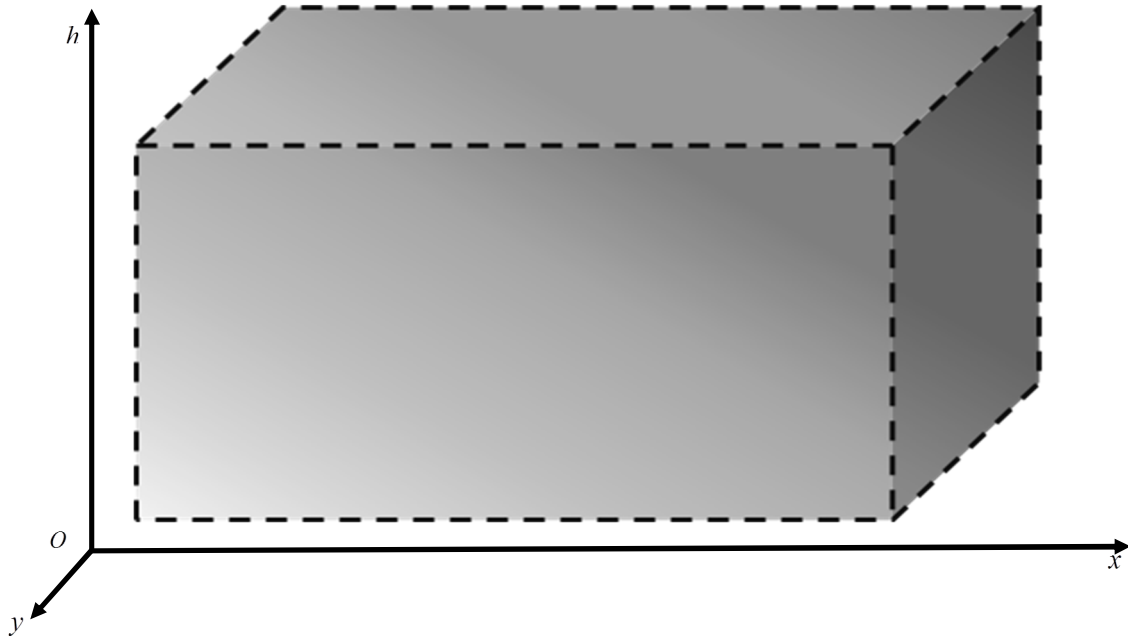


Рис. 3. Загальний вигляд об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» як безперервного простору

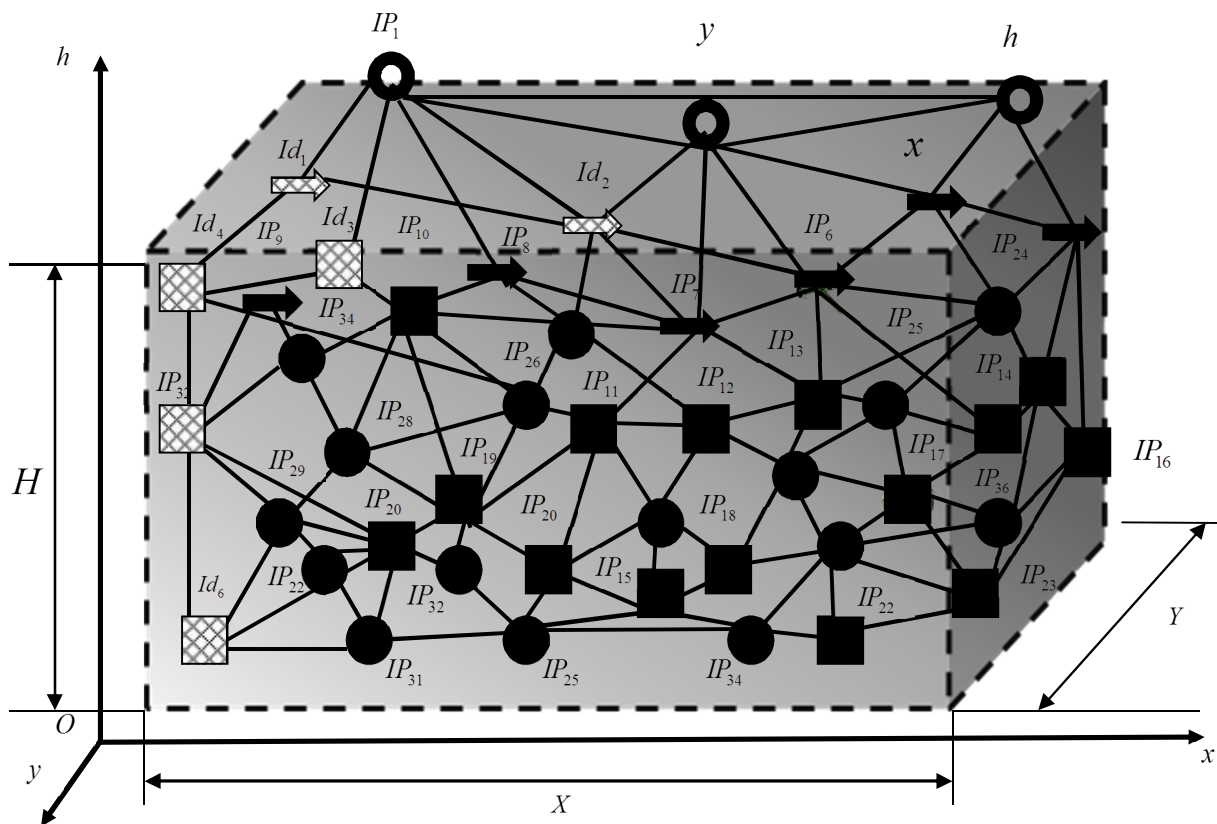


Рис. 4. Квазікристал як модель об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП»

Висновки

Показником рівня радіомаскування ПРСР ВП запропоновано обрати розвідувальну доступність ПРСР ВП. Показано, що для дослідження рівня радіомаскування ПРСР ВП необхідно моделювати не окремо ПРСР ВП, а об'єкт типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП». Також показано, що для дослідження рівня радіомаскування ПРСР ВП об'єкт типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» можна моделювати квазікристалом, спираючись на подібність між ними щодо анізотропії відповідних властивостей. Запропоновано кристалографічний метод математичного моделювання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» (відноситься до класу методів аналітичного моделювання), який вирішує задачу створення математичної моделі даного об'єкта у вигляді квазікристала.

Моделювання об'єкта типу «ПРСР ВП – операційний район – СРРП» квазікристалом є достатньо наочним та має зрозумілий фізичний зміст.

Перспективою подальших досліджень в цьому напрямі може бути застосування для математичного опису розвідувальної доступності ПРСР ВП добре розвинутого в кристалографії для опису фізичних властивостей кристалів апарату тензорного числення та опис динаміки структури ПРСР ВП, спираючись на теорію деформації кристалічних решіток.

Список літератури

1. *Оружие и технологии России: энциклопедия. XXI век в 13 т.* [Текст] / под ред. зам. Пред. Прав-ва РФ – Министра обороны РФ С. Иванова. – М.: Изд. дом «Оружие и технологии», 2006. – Т. XIII: Системы управления, связи и радиоэлектронной борьбы. – 695 с.
2. Фиолентов А. Французский авиационный комплекс радиоэлектронной разведки SARIG-NG [Текст] / А. Фиолентов // *Зарубежное военное обозрение*. – 2002. – № 4. – С. 44–46.
3. Фароский А. Средства радиоэлектронной войны ВМС Франции [Текст] / А. Фароский // *Зарубежное военное обозрение*. – 2001. – № 5–6. – С. 75–82.
4. Стрелецкий А. Мобильный автоматизированный комплекс радиоразведки сухопутных войск США [Текст] / А. Стрелецкий // *Зарубежное военное обозрение*. – 2001. – № 5–6. – С. 40–42.
5. Стрелецкий А. Система радиоэлектронной разведки сухопутных войск США «Гардрейл коммон сенсор» [Текст] / А. Стрелецкий // *Зарубежное военное обозрение*. – 2001. – № 9. – С. 23–26.
6. Кондратьев А. Перспективный комплекс РРТР и РЭВ сухопутных войск США «Профет» [Текст] / А. Кондратьев // *Зарубежное военное обозрение*. – 2008. – № 7. – С. 37–41.
7. Стрелецкий А. Американский перспективный наземный комплекс ведения радиоэлектронной войны «Вулфпак» [Текст] / А. Стрелецкий // *Зарубежное военное обозрение*. – 2002. – № 10. – С. 27–28.

8. *Военный энциклопедический словарь* [Текст] [Пред. гл. ред. комиссии Маршал Советского Союза С.Ф. Ахромеев]. – М.: Воениздат, 1986. – 863 с.

9. *Joint tactical radio system (JTRS) [Text]: Operational requirements document: version 3.2. – USA, JROC, 2003. – 146 p.*

10. Міночкін А.І. Перспективи побудови тактичних мереж зв'язку [Текст] / А.І. Міночкін, В.А. Романюк // *Збірник матеріалів III Науково-практичної конференції ВІТІ «Пріоритетні напрями розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення»*. – К.: ВІТІ НТУУ «КПІ». – 2006. – С. 55–65.

11. Бунин С.Г. Самоорганизующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами [Текст] / С.Г. Бунин, А.П. Войтер, М.Е. Ильченко, В.А. Романюк. – К.: НПП «Изд-во «Наукова думка» НАН України», 2012. – 444 с.

12. Бунин С.Г. Вычислительные сети с пакетной радиосвязью [Текст] / С.Г. Бунин, А.П. Войтер. – К.: Техника, 1989. – 223 с.

13. Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радио-маскировка и помехозащита [Текст] / В.В. Цветнов, В.П. Демин, А.И. Куприянов. – М.: Изд-во МАИ, 1999. – 240 с.

14. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба (средства и способы подавления и защиты радиоэлектронных систем) [Текст] / А.И. Палий. – М.: Воениздат, 1981. – 320 с.

15. Цветнов В.В. Радиоэлектронная борьба: радиоразведка и радиопротиводействие [Текст] / В.В. Цветнов, В.П. Демин, А.И. Куприянов. – М.: Изд-во МАИ, 1998. – 248 с.

16. Вартанесян В.А. Радиоэлектронная разведка [Текст] / В.А. Вартанесян. – М.: Воениздат, 1975. – 255 с.

17. Куприянов А.И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы [Текст] / А.И. Куприянов, А.В. Сахаров. – М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с.

18. Най Дж. Физические свойства кристаллов и их описание при помощи тензоров и матриц [Текст] / Дж. Най. – М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1960. – 376 с.

19. Шаскольская М.П. Кристаллография [Текст] / М.П. Шаскольская. – М.: Высш. шк., 1984. – 376 с.

20. Сиротин Ю.И. Основы кристаллофизики [Текст] / Ю.И. Сиротин, М.П. Шаскольская. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат лит-ры, 1979. – 640 с.

21. Shechtman D. Metallic phase with long range orientational order and no translational symmetry [Text] / D. Shechtman, L. Blech, D. Gratias et al. // *Phys. Rev. Lett.* – 1984. – Vol. 53. – P. 1951–1954.

22. Биркгоф Г. Теория решеток [Текст] / Г. Биркгоф. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит-ры, 1984. – 568 с.

23. Гретцер Г. Общая теория решеток [Текст] / Г. Гретцер. – М.: Мир, 1981. – 456 с.

24. Рекомендация МСЭ-R P.1144-6 (02/2012). Руководство по использованию методов прогнозирования радиоволн, разработанных 3-й Исследовательской комиссией по радиосвязи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itu.int/publ/R-REC/>

Рецензент: к.т.н., доц. О.О. Лаврут, проф. кафедры тактики факультету бойового застосування військ, Академія сухопутних військ, м. Львів.

КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА ТИПА «ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПОДВИЖНАЯ СИСТЕМА РАДИОСВЯЗИ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ – ОПЕРАЦИОННЫЙ РАЙОН – СИСТЕМА РАДИОРАЗВЕДКИ ПРОТИВНИКА»

А.П. Волобуев, А.В. Федин

В статье предложен метод математического моделирования объекта типа «перспективная подвижная система радиосвязи военного назначения – операционный район – система радиоразведки противника», с помощью которого решается задача создания математической модели данного объекта для исследования уровня ее радиомаскировки и которая может быть взята за основу при разработке алгоритмического обеспечения децентрализованной системы управления системой радиосвязи, в частности управления уровнем радиомаскировки.

Ключевые слова: перспективная подвижная система радиосвязи, система радиоразведки противника, радиомаскировка.

CRYSTALLOGRAPHIC METHOD OF MATHEMATICAL MODELING OF OBJECT TYPE “PERSPECTIVE MOBILE RADIO SYSTEM OF MILITARY DESIGNATION - OPERATIONAL AREA – SYSTEM OF ENEMY RADIO RECONNAISSANCE”

A. Volobuiev, O. Fedin

The method of mathematical modeling of object type "perspective mobile radio system of military – designation - operational area system - enemy radio reconnaissance", which solves the problem of creating a mathematical model of this object to research level radio masking and which can be used as a basis for the development of algorithmic support of decentralized management system - communication system, in particular the management of radio masking level has been presented in the article.

Key words: advanced mobile communication system, the enemy signal monitoring system, radio masking.

УДК 623.438.2

О.М. Калінін, В.В. Костюк, Р.Г. Будяну

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОСНОВНИХ ГРУП ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ ВИМОГ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОЛІСНИХ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Розглянуто питання щодо визначення показників основних груп оперативно-тактичних вимог для створення колісних бойових броньованих машин. Наведений спектр використання бойових броньованих машин у воєнних конфліктах, операціях з підтримання миру та безпеки, визначені тип колісних бойових броньованих машин відповідно до їхнього призначення та оперативно-тактичних вимог.

Ключові слова: бойова броньована машина, бойове застосування, оперативно-тактичні вимоги.

Вступ

Актуальність. Зміни у воєнно-політичній обстановці у світі, наявність загроз локальних збройних конфліктів та війн зумовлюють необхідність підвищення ефективності застосування озброєння і військової техніки (ОВТ) в Збройних Силах (ЗС) України.

Серед характерних рис сучасної збройної боротьби можна виділити високоманеврені (мобільні) дії військ (сил) на розрізаних напрямках із широким застосуванням сил швидкого реагування, аеромобільних військ, десантів і військ спеціального призначення.

В умовах антитерористичних (контртерористичних) операцій, партизанської та інших форм так званої «малої» війни (а саме вони отримують сьогодні в світі

найбільше розповсюдження), а також «винайде-ною» нині Росією «гібридної війни», яку вона веде проти України, особливу увагу заслуговує питання ефективного технічного забезпечення підрозділів у зоні бойових дій.

Евакуація поранених; підвезення боєприпасів, медикаментів, продовольства, пально-мастильних матеріалів до блокпостів і вогневих позицій військ; перевезення особового складу механізованих підрозділів і вирішення інших завдань логістики в зоні бойових дій повинно здійснюватися бойовими машинами, які мають достатню захищеність, вогневу потужність і протимінну стійкість.

Спроби використовувати БТР і БМП для захисту від атак терористів під час пересування колон, до складу