
УДК 621.396.969

В.А. Дружинін¹, О.Т. Гордієвський², Д.Г. Васильєв², О.В. Коломійцев³

¹ Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ

² Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Феодосія

³ Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ З УРАХУВАННЯМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОГО УРАЖЕННЯ ВІД САМОНАВІДНОЇ ЗБРОЇ

Запропоновано спосіб оптимального керування просторово-часовим випромінюванням електромагнітної енергії в системі з декількома РЛС, який допускає адаптацію керуємих змінних під технічні характеристики самонавідної зброї вибором та врахуванням значення ширини діаграми спрямованості антени головки самонаведення. Розроблена модель оптимального керування випромінюваннями електромагнітної енергії в системі з декількох РЛС.

Ключові слова: протиповітряна оборона, засоби повітряного нападу, самонавідна зброя, протирадіолокаційна ракета, інформаційна система, багатопозиційна радіолокаційна система, багатопозиційне виявлення та супроводження, вогневий засіб, зенітна керована ракета.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз комплексу заходів оперативно-службової діяльності сил проти-

повітряної оборони (ППО) дає підстави стверджувати, що реалізація функцій Збройних Сил України вимагає стійкого, безперервного, оперативного та прихованого управління, забезпечення ефективного

використання сил та засобів підрозділів ППО та успішного виконання покладених на них завдань.

Досвід локальних війн останніх десятиліть показує, що здійснення ударів з повітря починається з вогневого й радіоелектронного придушення найбільш важливих засобів ППО. Основною нальоту, як правило, передують дія (однієї або декількох) груп придушення засобів ППО за допомогою самонавідної зброї (СНЗ), основу якого становлять протирадіолокаційні ракети (ПРР) і безпілотні літальні апарати (БЛА) з радіолокаційними головками самонаведення (ГСН). Зменшення інформації для СНЗ про радіолокаційні засоби ППО на цьому етапі досягається за рахунок підвищення енергетичної та часової скритності. Задачею енергетичної скритності є зменшення рівня випромінювання, часової – часу випромінювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Способи здійснення часової скритності можуть бути різними і залежать як від характеру об'єкта, так і особливостей апаратури системи виявлення СНЗ [3]. Найбільш загальним способом може вважатися регламентація часу випромінювання, під яким розуміють організацію функціонування радіолокаційного засобу таким чином, щоб випромінювання займало час, який мінімально необхідний для виконання бойової задачі. Застосування режиму багатопозиційного виявлення та супроводження (БПВС) може “дезорганізувати” план нанесення повітряного удару. При цьому ймовірні ситуації, коли противник установить факт його опромінення радіолокаційним засобом, але не встигне запеленгувати координати радіолокаційної станції (РЛС), а отже, не зможе зробити прицільний пуск СНЗ. Ударні літаки, які прямували за групою придушення ППО будуть змушені або чекати, коли будуть знищені засоби ППО, або неефективно реалізувати запас бомб, або взагалі відмовляться від нанесення удару та щоб уникнути великих втрат, повернуться на свої аеродроми. Вихід з ладу одної РЛС не означає придушення всієї системи ППО, тому що залишаться боєздатні РЛС, які у режимі БПВС перемикаються на роботу від чергової ведучої РЛС.

Метою статті є розгляд ситуації в формалізованому вигляді для гіпотетичної інформаційної системи (ІС) з трьох РЛС (підсистем, які можуть бути однотипними чи відрізнитися за своїм функціональним призначенням, тобто РЛС виявлення повітряних цілей, супроводження повітряних цілей, візування зенітних керованих ракет (ЗКР)) для вибору шляхів підвищення оптимального керування радіолокаційними системами з урахуванням забезпечення мінімального ураження від самонавідної зброї.

Основний матеріал

$A_0 \dots A_4$ – j -ні засоби повітряного нападу (ЗПН) в характерних точках простору; $Z_1 \dots Z_3$ – РЛС із врахуванням розміщення їх на місцевості;

$Z_{1T} \dots Z_{3T}$ – передавальні антени РЛС; $Z_{1R} \dots Z_{3R}$ – приймальні антени РЛС; $Z_1^* \dots Z_3^*$ – РЛС, які вийшли з ладу; $Z_{1C} \dots Z_{3C}$ – антени для просторово-часової синхронізації; P – пункт управління (ПУ); C_h – h -й об'єкт удару; C_h^* – h -й об'єкт, який виведений з ладу; $A_1^* \dots A_3^*$ – уражені ЗПН; v_0 – час на зліт ЗПН із аеродрому й входження в зону виявлення ІС; $v_1(v_7, v_{13})$ – час виявлення випромінювання i -ї РЛС, визначення її типу й координат; $v_2(v_8, v_{14})$ – час прицілювання й пуску ПРР; $v_3(v_9, v_{15})$ – час польоту ПРР; $v_4(v_{10}, v_{16})$ – час поразки i -ї РЛС із моменту підриву ПРР; $v_5(v_{11}, v_{17})$ – час прийняття рішення про поразку i -ї РЛС; v_6, v_{12} – час входження j -ї ЗПН у зону виявлення чергової РЛС, яка працює на випромінювання; v_{18} – час виходу j -ї ЗПН у район нанесення удару по C_h -му об'єкту; v_{19} – час нанесення удару j -ї ЗПН по C_h -му об'єкту; v_{20} – час прийняття рішення про нанесення поразки C_h -му об'єкту; v_{21} – час повернення j -ї ЗПН на аеродром; e_1, e_2, e_3 – час на призначення ведучої РЛС; e_4, e_{23}, e_{57} – час настроювання передавача на задану несучу частоту; $e_5, e_{10}, e_{11}, e_{34}, e_{35}, e_{51}$ – час настроювання приймача на частоту відповідної ведучої РЛС; e_6, e_{37}, e_{52} – час опромінення цілі ведучою i -ї РЛС; e_7, e_{33} – час підготовки лінії зв'язку для передачі по несучій частоті; e_8, e_9, e_{36} – час на передачу даних просторово-часової синхронізації відомих РЛС; $e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{38}, e_{44}, e_{55}$ – прийом відбитого сигналу (час контакту з ціллю); e_{15}, e_{16} – час просторово-часової синхронізації відомих РЛС; $e_{17}, e_{18}, e_{19}, e_{20}, e_{21}, e_{22}, e_{30}, e_{31}, e_{32}, e_{39}, e_{40}, e_{41}, e_{45}, e_{45}, e_{48}, e_{49}, e_{54}, e_{55}$ – час передачі даних на ПУ про перехід i -ї РЛС у режим ведучої, а інших у режим відомих, про виявлення j -ї цілі, про знищення цілі й про вивід з ладу РЛС; $e_{24}, e_{26}, e_{28}, e_{42}, e_{46}$ – час наведення ЗКР; $e_{25}, e_{27}, e_{29}, e_{43}, e_{47}, e_{56}$ – час прийняття рішення про поразку цілі.

Особливості функціонування даної ІС полягають у тому, що в початковий момент ведучою призначається РЛС першої підсистеми Z_1 , яка опромінює j -ту ціль (A_1), (дуга e_6) та здійснює просторово-часову синхронізацію РЛС другої та третьої підсистем Z_2 і Z_3 (дуги e_8 і e_9). З виводом її з ладу (дуга v_4 вершина Z_h^*) призначається РЛС другої підсистеми Z_2 , яка підсвічує j -ту ціль (A_2 – відповідає новому просторовому положенню, оскільки пройшов час, не менший циклу стрільби СНЗ), дуга e_{37} перемикає на себе просторово-часову синхронізацію третьої підсистеми Z_3 (дуга e_{36}), а з виводом з

ладу другої підсистеми Z_2 (дуга v_{10} , вершина Z_2^*) у автономний режим переходить РЛС Z_3 . Мінімальний час живучості такої системи оцінюється сумою

$$T_{ж\min} = \sum_{i=1}^M T_{жi}, \quad (1)$$

де M – кількість РЛС в системі ($M = 3$).

Отриманий таким чином виграш у живучості може бути легко нівельований противником при зміні програми нальоту. Наприклад, наданням групі придушення більшого часу на вивід із ладу елементів системи ППО, природно на шкоду раптовості нанесення основного удару.

Досягти суттєвого підвищення живучості системи з адаптацією під технічні характеристики застосовуваного СНЗ, що виключає або суттєво утрудняє його запуск з літаків – носіїв такої зброї, можливо шляхом впровадження оптимального керування вибором ведучою i -ої РЛС, встановленням часу роботи на випромінювання $t_{\text{випр}i}$ та призначенням несучої частоти f^i випромінюваних нею зондуєчих сигналів

$$\mu_S \{t, P_{\text{соп}}, S_{\text{тр}}, v(i, t_{\text{випр}i}, f_i)\} \rightarrow \max \quad (2)$$

при обмеженнях

$$t \leq T_H; P_{\text{соп}} \leq \sum_{n=1}^{M_{\text{оп}}} P_{\text{оп}}; i \in Z_c; t_{\text{випр}} < (v_1 + v_2);$$

$$f_H \in [f_{H\min}, f_{H\max}] \quad (3)$$

де T_H – час нальоту ЗПН; $P_{\text{звп}}$ – потенціал засобів вогневого придушення, який застосовується в даному нальоті для придушення елементів системи ППО; $M_{\text{зп}}$ – кількість ЗПН, що знаряджені для придушення засобів ППО; $P_{\text{зп}}$ – потенціал n -го ЗПН; $S_{\text{тр}}$ – структура засобів ППО, яка визначена штатною кількістю РЛС Z_0 , наявністю засобів управління, зв'язку та ін.; v_1, v_2 – часові (технічні) характеристики апаратури прийому, аналізу випромінювання та пуску СНЗ.

Граф-модель функціонування системи ППО з режимом БПВС із оптимальним керуванням випромінюваннями електромагнітної енергії (ЕМЕ), яка складається (для простоти) з трьох РЛС, показана на рис. 1, де позначено: A_0 – ЗПН знаходиться на аеродромі; A_1 – група придушення засобів ППО $M_{\text{зп}}$ в зоні ураження вогневыми засобами (ВЗ) БПРЛС,

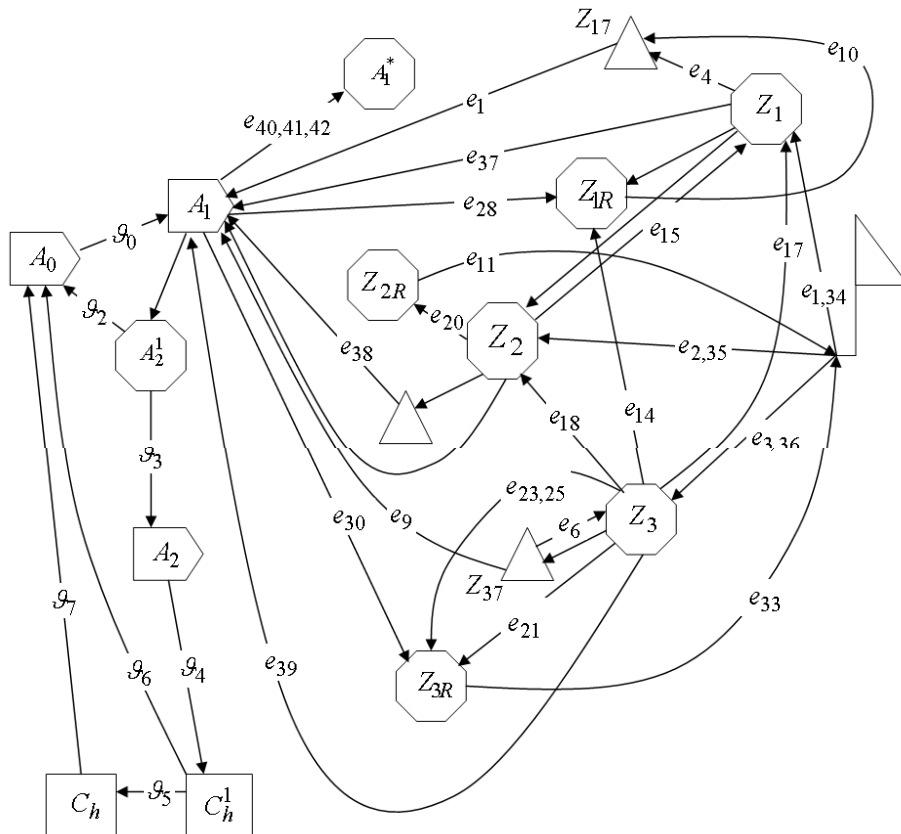


Рис. 1. Граф-модель функціонування багатопозиційної радіолокаційної системи в режимі багатопозиційного виявлення та супроводження із оптимальним керуванням випромінюваннями електромагнітної енергії

що розглядається; A_2 – ударна група (ешелон) на рубежі нанесення удару по C_h -му об'єкту; C_h^* – виведений з ладу об'єкт; A_1^1 – апаратура прийому й

аналізу випромінювань радіолокаційних засобів БПРЛС; A_2^1 – апаратура прицілювання й пуску СНЗ; v_0 – час польоту до входу в зону ураження ЗКР системи ППО, що досліджується; v_1 – час прийому й

аналізу випромінювань РЛС; v_2, v_6, v_7 – час повернення на аеродром посадки; v_3 – час виходу на рубіж атаки C_h -го об'єкта після придушення системи ППО; v_4 – час нанесення удару по C_h -му об'єкту; v_5 – час ураження C_h -го об'єкта; $Z_1 \dots Z_3$ – ВЗ багатопозиційної радіолокаційної системи (БПРЛС); $Z_{1T}(Z_{2T}, Z_{3T})$ – передавальний пристрій; $Z_{1R}(Z_{2R}, Z_{3R})$ – приймальний пристрій; $Z_{1C}(Z_{2C}, Z_{3C})$ – антени для просторово-часової синхронізації в режимі БПВС; P – ПУ (командний пункт (КП)); $e_1(e_2, e_3)$ – час призначення ведучої РЛС; $e_4(e_5, e_6)$ – час настроювання передавального пристрою на задану несучу частоту f_H ; $e_7(e_8, e_9)$ – час роботи передавального пристрою на випромінювання; $e_{10}(e_{11}, e_{12})$ – час реалізації сигналів для просторово-часової синхронізації відомих РЛС системи; $e_{13} \dots e_{18}$ – час передачі сигналів просторово-часової синхронізації РЛС системи; $e_{19} \dots e_{21}$ – час настроювання приймальних пристроїв на частоту f_H , що задається; $e_{22}, e_{23}, e_{24}, e_{25}, e_{26}, e_{27}$ – час настроювання приймальних пристроїв на синхросигнали ведучих РЛС; $e_{28} \dots e_{30}$ – час прийому відбитих від цілі сигналів; $e_{31} \dots e_{36}$ – час обміну інформацією про цілі з ПУ (КП); $e_{37} \dots e_{39}$ – час роботи передавача підсвітлення (наведення ракети на цілі); $e_{40} \dots e_{42}$ – час прийняття рішення щодо поразки цілі; $e_{43} \dots e_{45}$ – час затримки сигналів просторово-часової синхронізації в апаратурі РЛС (приймається рівним нулю, якщо передача здійснюється з випередженням хоча б в один період послідовності зондуючого сигналу T_H). Центральним містом такого способу підвищення скритності, а в наслідок цього і живучості є призначення ведучої РЛС, яка працює в інтересах всієї БПРЛС.

Як показано на рис. 1, кінцевою вершиною графу для засобів БПРЛС є досягнення вершини A_1^* (знищення повітряного об'єкта) будь яким боєздатним на даний момент часу з ВЗ системи $Z_{ж}^{МП}(t)$ (застосованих для роботи в режимі БПВС). Тому в графі можна виділити $Z_{ж}^{МП}(t)$ фактороїдів (контурів, які не мають спільних ребер) [1, 2, 4], із яких в кожен момент часу один формує ведуча РЛС, а інші відносяться до $(Z_{ж}^{МП}(t) - 1)$ боєздатних відомих РЛС. Виділені фактороїди можна вважати незалежними не дивлячись на те, що кожен з них бере початок від дуги, яка описує випромінювання зондуючого сигналу i -ї ведучої РЛС (дуга e_7 , чи e_8 , чи e_9).

Для математичного представлення процесів, які описуються граф-моделями, зручно перейти до матриць [1, 2, 4] інциденцій $M^{(u)}$ та суміжності $M^{(c)}$, що дозволяє в подальшому використовувати методи

матричного обчислення та машинні процедури обчислень.

Хроматичне число $P(t)$ [4], як функція часу відбиття нальоту визначається з матриці $M^{(u)}$ за максимальним числом вхідних до вершини A_1^* дуг (за кількістю “-1”). Хроматичне число $P(t)$ характеризує потенційні можливості системи в режимі БПВС за кількістю одночасно обстрілюваних цілей, в тому числі й для багатоканальних (цілових) вогневих засобів, які також можуть входити до складу БПРЛС.

Довжина маршрутів фактороїдів виявлення істотним чином залежать від довжини дуги дуга e_7 (e_8 чи e_9), тобто від часу опромінення цілі i -ї ведучою РЛС. Для кожної РЛС $t_{\text{випр}_i}$ може задаватися з КП при керуванні оглядом простору. Для цього на КП формується матриця $\|t_{\text{випр}_k}\|$ розміром $Z_0 \times K_t$, где K_t – кількість фіксованих значень $t_{\text{випр}_i}$. Матриця $\|t_{\text{випр}_k}\|$ може зберігатися в запам'ятовувальних пристроях КП та всіх РЛС.

Прийняття рішення на знищення цілі являє собою вибір L^* -го фактороїду графа. Цей вибір повинен здійснюватися найкращим чином з точки зору очікуваного результату обстрілу цілі та неможливості (чи істотного утруднення) вогневого впливу хоча б за одним ВЗ БПРЛС. Формально вибір L^* -го фактороїду є результатом рішення багатокритеріальної задачі.

Для математичного представлення процесів, які описуються граф-моделями, зручно перейти до матриць [1, 2, 4] інциденцій $M^{(u)}$ та суміжності $M^{(c)}$, що дозволяє в подальшому використовувати методи матричного обчислення та машинні процедури обчислень.

Хроматичне число $P(t)$ [4], як функція часу відбиття нальоту визначається з матриці $M^{(u)}$ за максимальним числом вхідних до вершини A_1^* дуг (за кількістю “-1”).

Неможливість вогневого впливу на ВЗ системи означає також дії, які визивають розрив дуг контуру (фактороїда), що описує обстріл із борту ЗПН відповідного ВЗ системи. Такими дугами (рис. 1), наприклад, для Z_1 можуть бути: e_6, v_1, v_2, v_3, v_4 . З врахуванням можливостей технічної реалізації розрив контуру можна забезпечити на ділянці $\{e_6, v_1, v_2\}$ за рахунок обмеження довжини дуги $e_6 < v_1 + v_2$, таким чином вибираючи $t_{\text{випр}_i}$ таким, щоб на борту ЗПН неможливо було запеленгувати джерело випромінювання ЕМЕ та провести по ньому прицільний пуск СНЗ.

Суттєве утруднення вогневого впливу зводиться до непомірного збільшення довжин дуг v_3, v_4 . Наприклад, при застосуванні СНЗ без прицільного пуску по джерелу випромінювання ЕМЕ знижується

ймовірність успішного наведення протирадіолокаційних ракет (ПРР) на джерело випромінювання, зростає промах, що еквівалентно для досягнення необхідної ймовірності поразки РЛС запуску декількох ПРР. Аналогічний результат може бути досягнутий застосуванням перебудову несучої частоти f_H від імпульсу до імпульсу, чи від позиції до позиції. Для цього в межах виділеного частотного діапазону $[f_{H_{\min}}, f_{H_{\max}}]$ призначається K_f фіксованих частот, значення чи номери зберігаються в пам'ятовуючих пристроях на всіх РЛС та пункті збору та обробки інформації (ПЗОІ). Бронювання найбільш уразливих вузлів та агрегатів РЛС може приводити чи до розриву дуги \cup_4 , чи до її збільшення, кратному кількості пусків ПРР по визначеній РЛС.

Отже, для оцінки якості реалізації перерахованих заходів можна ввести критерій максимальної довжини маршруту V_{jL} з вершини A_j у вершину Z^* визначеного для обстрілу j -ї цілі L^* -го ВЗ (РЛС) (чи по-іншому, критерій мінімуму часу обстрілу j -ю ціллю L^* -ї РЛС), $L^* \in Z_0$.

Очікуваний результат обстрілу j -ї цілі, оцінюваний звичайно необхідною ймовірністю її поразки $P_{урLj}$ визначеним L^* -м ВЗ (РЛС) багатопозиційної системи, за інших рівних умов (достатньому запасі ракет, боєприпасів, наявності боєздатних пускових установок та ін.) буде досягатися стійкістю супроводження й точністю визначення її координат, тобто дугами, що описують випромінювання зондуючого сигналу й приймання відбитих від цілі сигналів (одне з комбінацій $\{e_7, e_{28}, e_{29}, e_{30}\}$, $\{e_8, e_{28}, e_{29}, e_{30}\}$, $\{e_9, e_{28}, e_{29}, e_{30}\}$), що забезпечують на вході приймального пристрою РЛС L^* -го ВЗ БПРЛС відношення сигнал/завада не нижче необхідного $g^{L^*} \geq g^{L^*}_{\text{потр}}$. Отже, ступінь реалізації очікуваного результату обстрілу j -ї цілі в системі з M РЛС можна оцінювати за критерієм максимуму ймовірності поразки j -ї цілі.

Аналіз можливостей технічної реалізації оптимального керування показує, що запропонованих критеріїв (критерію максимальної довжини маршруту з вершини A_j в вершину Z^* L^* -го ВЗ (РЛС) та критерію максимуму ймовірності поразки j -ї цілі визначеним для обстрілу L^* -м ВЗ БПРЛС цілком достатньо, при цьому задача з багатокритеріальної зводиться до двокритеріальної і може бути вирішена на базі обчислювальної техніки нинішнього покоління. З врахуванням наведених міркувань оптимальне керування можливо представити в вигляді [1, 4]:

$$v(i, t_{\text{випр } i,k}, f_H, L^*) =$$

$$= \begin{cases} i = \arg(\max V_{ji} | \varphi_{iL} > \Theta_{\text{прр}}) \\ t_{\text{випр } i,k} \subseteq \|t_{\text{випр } i,k}\| \\ f_H \subseteq [f_{H_{\min}}, f_{H_{\max}}] \end{cases} \quad (4)$$

При допустимих значеннях керуємих перемінних

$$i, L^* \in Z_0; t_{\text{випр } i,k} \subseteq \|t_{\text{випр } i,k}\|; k = 1, K_t;$$

$$f_H = [f_{H_{\min}}, f_{H_{\max}}] \quad (5)$$

де φ_{iL} – кут в площині “ i -а – РЛС – j -а ціль РЛС” (рис. 2); Θ – ширина ДСА бортової апаратури прийому випромінювання на j -му ЗПН; D_{iL} – дальність до j -ї цілі відносно L -ї РЛС; $D_{\text{ДМЗУ}}$ – дальність до дальньої межі зони ураження L -го ВЗ БПРЛС.

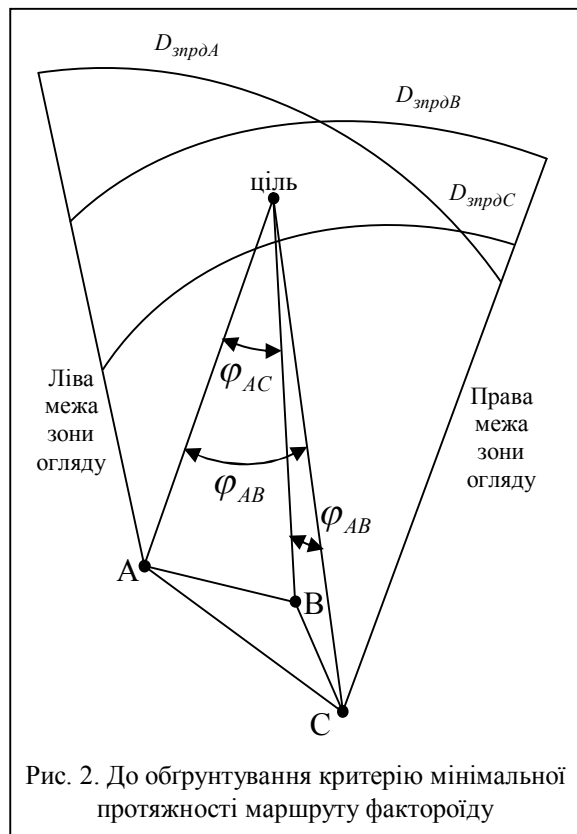


Рис. 2. До обґрунтування критерію мінімальної протяжності маршруту фактороїду

Для скорочення часових втрат на реалізацію оптимального керування в системах із імпульсним випромінюванням зондуючих сигналів команди на призначення ведучої РЛС та встановлення їй інтервалу часу роботи на випромінювання $t_{\text{випр } i,k}$, а

також команду на призначення L^* -го ВЗ БПРЛС для обстрілу j -ї цілі найбільш доцільно передавати з випередженням в один чи декілька періодів послілки зондуючого сигналу [1, 4].

Цільову функцію системи в режимі БПВС із врахуванням введеного оптимального керування можливо записати вигляді

$$G \left\{ t, Z_{ж}(t), \vartheta \left(i, t_{\text{випр } i, k}, L^* \right) \right\} \rightarrow \max \quad (6)$$

при допустимих значеннях змінних:

$$\begin{aligned} t \leq T_H; i \in Z_0; L^* \in Z_0; Z(t) \in Z_0; \\ t_{\text{випр } i, k} < (\vartheta_1 + \vartheta_2), \end{aligned} \quad (7)$$

де $G\{\bullet\}$ математичне очікування відверненого системою збитку; $Z_{ж}(t)$ – боєздатні на момент часу t

ВЗ БПРЛС системи, що дозволяє враховувати можливість щодо відновлення боєздатності ВЗ БПРЛС, поповнення з резерву.

Таким чином, за допомогою введеного оптимального керування досягається просторово-часове “мерехтіння” передавальними пристроями системи за єдиною в масштабі системи програмі, що виключає або затрудняє противнику пеленгації джерел випромінювання ЕМЕ, прицілювання та пуск по них СНЗ.

Висновки

Запропонований спосіб оптимального керування просторово-часовим випромінюванням ЕМЕ в системі з M РЛС допускає адаптацію керуємих змінних під технічні характеристики СНЗ, в першу чергу вибором та врахуванням значення ширини діаграми спрямованості антени головки самонаведення $\Theta_{\text{прр}}$.

Використання оптимального керування дозволяє призначати вогневі засоби багатопозиційної радіолокаційної системи не тільки з умов досягнення максимальної імовірності поразки цілей, але і з ура-

хуванням забезпечення мінімальної ураження від СНЗ.

Розроблена модель оптимального керування випромінюванням ЕМЕ в системі з декількох РЛС дозволяє не тільки досліджувати всі технологічні процеси щодо виявлення, супроводження й обстрілу повітряних цілей в умовах вогневого впливу противника, але й обґрунтовувати необхідні тактико-технічні характеристики до елементів таких систем, розробляти пропозиції по розміщенню на місцевості, маскуванню, вибору позицій, їх інженерному встаткуванню.

Список літератури

1. Богданович В.Ю. Пути повышения живучести зенитных средств современной противовоздушной обороны в условиях применения противником самонаводящегося на источник электромагнитного излучения оружия / В.Ю. Богданович. – К.: ВПЦ “Тираж”, 2004. – 116 с.
2. Богданович В.Ю. Повышение живучести зенитных комплексов в условиях огневого воздействия противника // Арсенал XXI века / В.Ю. Богданович – К.: ДП «МИИВЦ» УкрНИИИАТ. – 2000. – № 1. – С. 40 – 42.
3. Волжин А.Н. Борьба с самонаводящимися ракетами / А.Н. Волжин, Ю.Г. Сизов. – М.: Воениздат, 1983. – 144 с.
4. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес; под. ред. Г. П. Гаврилова, – М.: Мир, 1976.

Надійшла до редколегії 15.11.2012

Рецензент: д-р техн. наук професор Є.Л. Казаков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ С УЧЕТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИНИМАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ ОТ САМОНАВОДЯЩЕГОСЯ ОРУЖИЯ

В.А. Дружинин, А.Т. Гордиевский, Д.Г. Васильев, А.В. Коломийцев

Предложен способ оптимального управления пространственно-временным излучением электромагнитной энергии в системе с несколькими РЛС, допускающий адаптацию управляемых переменных под технические характеристики самонаводящегося оружия выбором и учетом значения ширины диаграммы направленности антенны головки самонаведения. Разработана модель оптимального управления излучением электромагнитной энергии в системе из нескольких РЛС.

Ключевые слова: *противовоздушная оборона, средства воздушного нападения, самонаводящееся оружие, противорадиолокационная ракета, информационная система, многопозиционная радиолокационная система, многопозиционное выявление и сопровождение, огневое средство, зенитная управляемая ракета.*

WAYS TO INCREASE THE OPTIMAL RADAR SYSTEMS MANAGEMENT WITH ACCOUNT PROVIDING OF MINIMUM DEFEAT FROM HOMING WEAPON

V.A. Druzhinin, A.T. Gordievsky, D.G. Vasiliev, O.V. Kolomiitsev

The method of optimal management spatio-temporal radiation of electromagnetic energy in the system with a few radars, allowing adaptation under controlled variables as technical characteristics of homing weapons of choice and account of value orientation aerial diagram width of homing head is proposed. The model of optimal management of electromagnetic energy radiation in a system from a few radars is developed.

Keywords: *air defense, air threats, self-guided weapon, anti-radar missiles, information system, multi-radar system, multi-detection and tracking, fire weapon, anti-aircraft guided missile.*