

МЕТОД СИНХРОНИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ, ПОСТРОЕННЫХ НА УПРАВЛЕНИИ ВРЕМЕННЫМИ ЗАДЕРЖКАМИ ПАКЕТОВ ДАННЫХ

А.А. Замула, Д.А. Семченко

Представлен метод синхронизации данных в каналах связи, построенных на управлении временными задержками пакетов. Указаны факторы, влияющие на производительность предложенного метода. Рассмотрены угрозы, которые могут возникать при обмене данными и особенности самого процесса обмена. Выдвинуты предложения по усовершенствованию представленного метода.

Ключевые слова: метод, сообщение, фактор, протокол, канал связи, временные задержки, пакет данных, битчассовое значение.

METHOD OF SYNCHRONIZING DATA IN THE COMMUNICATION CHANNEL BUILT ON MANAGEMENT PACKAGE DELAYS

A.A. Zamula, D.A. Semchenko

Presented method of synchronizing data channels, which based on management package delays. Listed factors that affect the performance of the proposed method. Considered threats that may arise during the exchange of data and characteristics of the process. Put forward proposals to improve the present method.

Keywords: method, message, factor, protocol, communication channel, time delay, bit values.

УДК 621.391

К.М. Ткаченко, О.Ю. Іохов, В.Г. Малюк

Національна академія Національної гвардії України. Харків

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РАДІООБМІНУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ АКТИВНОГО РАДІОМАСКУВАННЯ

Розроблена математична модель радіообміну при застосуванні активного радіомаскування підрозділів НГУ на визначеній ділянці. Розроблений математичний апарат для визначення коефіцієнту подавлення корисного сигналу у ймовірній точці розташування противником мобільних наземних засобів радіорозвідки. Встановлена залежність коефіцієнту подавлення від діаграми спрямованості антен та кількості постановників навмисних завад з урахуванням їхнього просторового розташування та орієнтування.

Ключові слова: система радіозв'язку, радіорозвідка, активне радіомаскування, коефіцієнт подавлення, розвідзахищеність, діаграма спрямованості.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз застосування системи радіозв'язку підрозділів Національної гвардії України (НГУ) під час проведення АТО виявив недоліки у забезпеченні її розвідзахищеності (РЗ). Використання наземних мобільних засобів радіорозвідки противника (ЗРЕП) дозволяє сканувати, перехоплювати, аналізувати, класифікувати та здійснювати моніторинг радіообміну [1,2]. Теоретичні та практичні дослідження методів захисту від ЗРЕП показують, що одним з ефективних методів є активне радіомаскування (РМ). Орієнтовні розрахунки дають можливість стверджувати про необхідність ефективнішого використання спеціальних засобів радіоелектронного подавлення (РЕП), що здатні створювати на вході приймача радіорозвідки перешкоди з необхідним рівнем потужності [3]. Це обумовлює актуальність досліджень у напрямку розвитку засобів активного радіомаскування.

У подальших дослідженнях доцільно проаналізувати методи та засоби захисту РМ у радіомережах

підрозділів НГУ. При цьому слід окремо врахувати вимоги електромагнітної сумісності при маскуванні радіомереж імітуючими завадами з використанням штатних засобів радіозв'язку підрозділів НГУ. Відповідно, отримання кількісних оцінок електромагнітної сумісності радіозасобів з РМ – важливе та актуальне науково-практичне завдання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для отримання кількісних оцінок електромагнітної сумісності на визначених ділянках розміщення підрозділів НГУ існують різні методики [3–6], які враховують енергетичні показники, при цьому енергетичні показники характеризуються співвідношенням потужностей сигналів та перешкод на вході приймального пристрою засобів радіорозвідки. Загальним недоліком методик [3 – 6] є відсутність механізму оцінювання впливу декількох засобів РМ на РЗ підрозділів НГУ та декількох засобів РЕП противника. Визначимося з деякими теоретичними поняттями в галузі захисту системи зв'язку від РТР [7,8].

Радіомаскування - комплекс узгоджених за метою, місцем і часом, організованих технічних захо-

дів, спрямованих на протидію радіорозвідки противника. Воно проводиться у всіх видах бойової діяльності військ.

Термін активного РМ, як він розуміється в даний час, означає протидію радіо- і радіотехнічній розвідці шляхом створення спеціальних полів перешкод, що ускладнюють несанкціонований прийом сигналу засобами радіотехнічної розвідки і виділення повідомлень засобами радіорозвідки.

Визначення неповно без істотно важливого обмеження: перешкоди при активному радіотехнічному маскуванні не повинні заважати роботі маскуємих систем, тобто не повинні знижувати показники їх ефективності і якості нижче деякого прийнятного рівня. Активні перешкоди формуються передавачами, що встановлюються на землі або на літальних апаратах. Результатом дії активних шумових перешкод є маскування корисних сигналів в деякому тілесному куті і певному інтервалі відстаней. Внаслідок цього істотно погіршуються характеристики виявлення засобів радіозв'язку, їх роздільна здатність і точність визначення координат.

У роботах [5,6] розроблені імітаційні моделі роботи каналу радіозв'язку (КРЗ) між підрозділами НГУ, які дозволяють оцінити параметри його завадозахищеності відносно стаціонарних наземних засобів радіоелектронної боротьби противника. У цих роботах припускалося, що для забезпечення захищеного радіозв'язку з командним пунктом (КП) під-

розділи НГУ (ПНГ) та засоби радіомаскування (ЗРМ) використовували РЕЗ з направленими антенними пристроями.

Недоліком цих моделей, який не дозволяє використовувати їх у задачі боротьби з наземними мобільними ЗРЕРп є те, що траєкторія пересування останніх являє собою не одну точку, а множину точок, які необхідно придушувати одночасно.

Друга проблема, яку не вирішують зазначені вище імітаційні моделі імітаційні моделі роботи КРЗ між підрозділами НГУ, полягає у тому, що радіомаскуванню найчастіше підлягають декілька точок оперативного простору (ТОП) у місці тимчасового розташування підрозділів НГ.

Така нова задача потребує доопрацювання зазначених вище моделей.

Метою статті є удосконалення математичної моделі радіообміну підрозділів НГУ на визначеній ділянці при застосуванні активного РМ для отримання кількісних оцінок електромагнітної сумісності радіозасобів.

Виклад основного матеріалу

Будемо вважати, що можлива траєкторія пересування наземного мобільного ЗРЕРп розташовується уздовж лінії фронту і у кожній своїй точці є доступною для відповідним чином розташованих ЗРМ. Визначимо об'єкти моделі наступним чином (рис. 1).

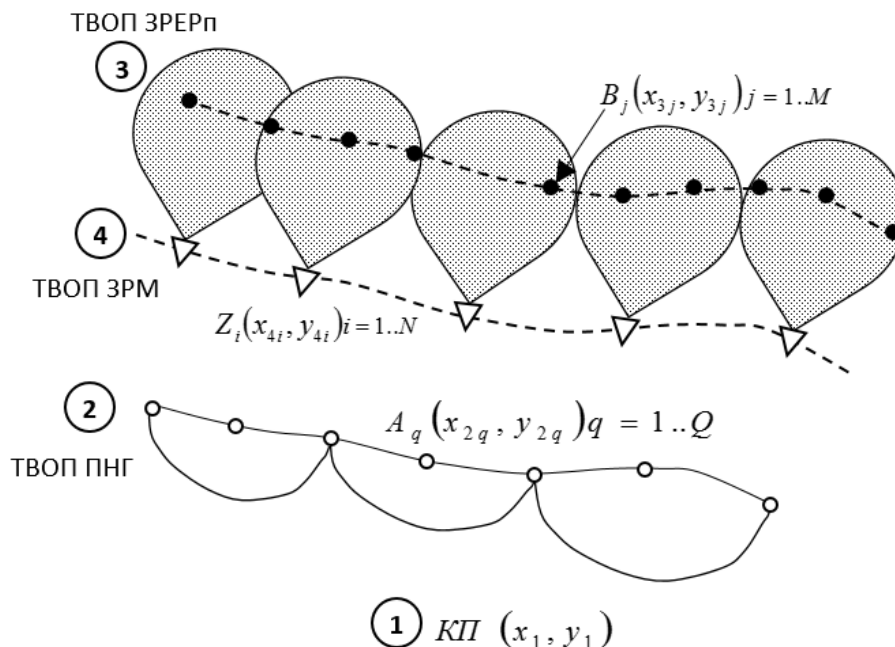


Рис. 1. Складові моделі активного радіомаскування підрозділів НГУ в умовах дії наземних мобільних ЗРЕРп

Об'єкт 1. Командний пункт. Характеризується координатами розташування (x_1, y_1) та потужністю передавача P_1 .

Об'єкт 2. $A = \{A_1, A_2, \dots, A_Q\}$ – множина точок визначення оперативного простору (ТОП) у місці тимчасового розташування ПНГ.

Об'єкт 3. $B = \{B_1, B_2, \dots, B_M\}$ - множина точок $B_j(x_{3j}, y_{3j})$ можливої траєкторії пересування наземного мобільного ЗРЕРп.

Об'єкт 4. $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$ - множина точок розташування ЗРМ. У кожній точці $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ розміщується РЕЗ потужністю P_{4i} , азимут діаграми спрямованості (ДС) якого становить кут θ_{4i} .

Маскуючі перешкоди, створювані об'єктами Z , спотворюють структуру сигналів, знижують точність вимірювання характеристик сигналів і ускладнюють можливість виділення інформації у радіоприймальному пристрої, який знаходиться у точці $B_j(x_{3j}, y_{3j})$, $i = 1..M$.

Зі збільшенням потужності перешкод їх маскуюча дія зростає. Як правило, маскуючі перешкоди лінійно підсумовуються з сигналом на вході приймача, тобто є адитивними [7].

Розглянемо схему радіомаскування точки визначення оперативного простору ПНГ $A_q(x_{2q}, y_{2q})$, де можливе розташування РЕЗ потужністю P_{2q} , азимут ДС якого становить кут θ_{2q} (рис. 2). Для простоти на рисунку наведений тільки один ЗРМ $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ потужністю P_{4i} , азимут ДС якого становить кут θ_{4i} .

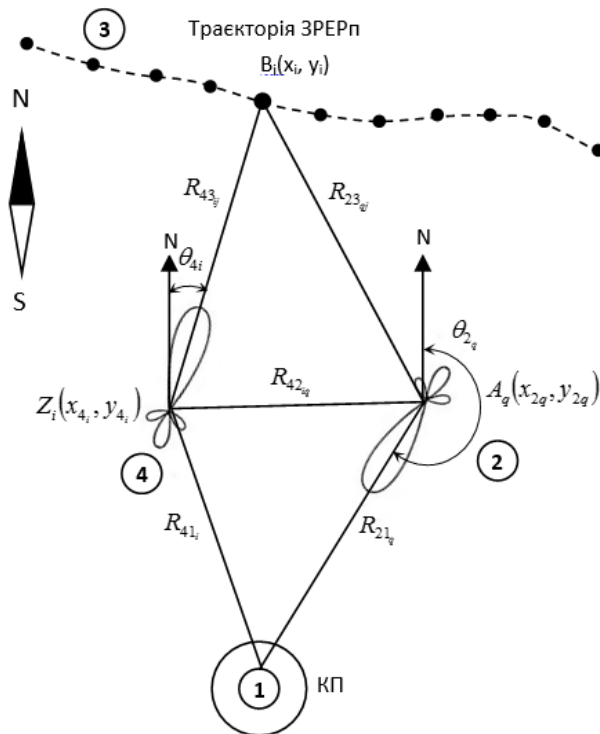


Рис. 2. Схема активного радіомаскування точки визначення оперативного простору підрозділу НГУ

За результатами роботи [5], використовуючи принцип суперпозиції, коефіцієнт придушення K_{12q} сигналу об'єкту 1 (КП) у точці A_q в присутності адитивних завад від системи ЗРМ $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$ одержимо у такому вигляді:

$$K_{12q}(A_q, Z) = \frac{R_{21q}^2}{P_1 G_2 (\theta_{21q} - \theta_{2q})} \sum_{i=1}^N \frac{P_{4i} G_{4i} (\theta_{42iq} - \theta_{4i})}{R_{42iq}}, \quad (1)$$

де θ_{21q} - кут азимуту від точки $A_q(x_{2q}, y_{2q})$ на командному пункті;

θ_{42iq} - кут азимуту від точки $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ на точку $A_q(x_{2q}, y_{2q})$;

$$R_{21q} = \sqrt{(x_1 - x_{2q})^2 + (y_1 - y_{2q})^2} - \text{відстань}$$

між КП та точкою $A_q(x_{2q}, y_{2q})$;

$$R_{42iq} = \sqrt{(x_{4i} - x_{2q})^2 + (y_{4i} - y_{2q})^2} - \text{відстань}$$

між точками $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ та $A_q(x_{2q}, y_{2q})$;

G_2 - функція залежності коефіцієнту підсилення від азимуту антен приймачів ПНГ;

G_{4i} - функція залежності коефіцієнту підсилення від азимуту антени передавача радіосигналу i -го ЗРМ ($i = 1..N$).

Коефіцієнт придушення K_{21} сигналу об'єкту 2 (ПНГ), що випромінюється з точки A_q , у точці розташування об'єкту 1 (КП)

$$K_{21q}(A_q, Z) = \frac{R_{21q}^2}{P_{2q} G_2 (\theta_{21q} - \theta_{2q})} \sum_{i=1}^N \frac{P_{4i} G_{4i} (\theta_{41i} - \theta_{4i})}{R_{41i}^2}, \quad (2)$$

де θ_{41i} - кут азимуту від точки $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ на точку розташування КП (x_1, y_1) ;

$$R_{41i} = \sqrt{(x_{4i} - x_1)^2 + (y_{4i} - y_1)^2} - \text{відстань між}$$

точками $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ та КП (x_1, y_1) .

Коефіцієнт придушення сигналу об'єкту 2 (ПНГ), що випромінюється з точки A_q , у точці $B_j(x_{3j}, y_{3j})$ можливої траєкторії пересування наземного мобільного ЗРЕРп:

$$K_{23qj}(A_q, Z, B_j) =$$

$$= \frac{R_{23qj}^2}{P_{2q} G_2 (\theta_{23qj} - \theta_{2q})} \sum_{i=1}^N \frac{P_{4i} G_{4i} (\theta_{43ij} - \theta_{4i})}{R_{43ij}^2}, \quad (3)$$

де θ_{4i} – кут азимуту від точки $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ на точку $B_j(x_{3j}, y_{3j})$;

$$R_{23qj} = \sqrt{(x_{2q} - x_{3j})^2 + (y_{2q} - y_{3j})^2} - \text{відстань}$$

між точками $A_q(x_{2q}, y_{2q})$ та $B_j(x_{3j}, y_{3j})$;

$$R_{43ij} = \sqrt{(x_{4i} - x_{3j})^2 + (y_{4i} - y_{3j})^2} - \text{відстань}$$

між точками $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$ та $B_j(x_{3j}, y_{3j})$.

Отримані співвідношення (1-3) надають можливість простежити зміну коефіцієнтів подавлення корисного сигналу в ймовірних точках розташування ПНГ (K_{12q}), КП (K_{21q}) та точках $B_j(x_{3j}, y_{3j})$ можливої траєкторії пересування наземного мобільного ЗРЕРп (K_{23qj}) в залежності від кількості діючих ЗРМ $Z_i(x_{4i}, y_{4i})$, форми ДС радіозасобів та їх просторового розташування і орієнтування.

На основі зазначеної математичної моделі було розроблено програмний виріб, який надає можливість визначенні зазначених коефіцієнтів придушення в будь-якому місці оперативного простору.

Висновки

Запропонована математична модель радіообміну при застосуванні активного радіомаскування може бути використана при вирішенні задачі боротьби з наземними мобільними ЗРЕРп та дозволить врахувати траєкторію пересування останніх, а саме не одну точку, а множину точок, які необхідно придушувати одночасно. Використання запропонованої

математичної моделі дозволить вирішити проблему, пов'язану з радіомаскуванням кількох точок тимчасового розташування підрозділів НГУ.

Розроблено програмне забезпечення для отримання кількісних оцінок електромагнітної сумісності засобів активного радіомаскування з радіомережою підрозділів НГУ на визначеній ділянці.

Список літератури

1. Мобильный автоматизированный комплекс РЭБ 85Я6 «Леер-2» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://foto-i-mir.ru/leer-2-tigr>.
2. SDR комплекс радиомониторинга «КАЖАН-2М» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mkt.com.ua/files/sdr_kajan_2m.pdf
3. Аналіз впливу заходів радіомаскування на розвідзахищеність радіоелектронних засобів / Ю.В. Журавський, Р.М. Жовноватюк, Г.Д. Носова, А.А. Завада // Збірник наукових праць ЖВІ ДУТ, вип. 10, 2015. – С. 43-50.
4. Вакин, С.А.. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки / С.А. Вакин, Л.Н. Шустов. – М.: Сов. радио, 1968. – 448 с.
5. Оцінювання завадостійкості каналу радіозв'язку тактичної ланки управління підрозділами внутрішніх військ методом імітаційного моделювання [Текст] / О.Ю. Іохов, І.В. Кузмініч, В.Г. Малюк, О.В. Северінов // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць Полтавського НТУ ім. Ю. Кондратюка. – Полтава : ПНТУ, 2013. – Вип. 3 (27). – С. 153-158.
6. Іохов О.Ю. Імітаційне моделювання радіоканалів військового призначення / О.Ю. Іохов, В.Г. Малюк, О.М. Горбов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних сил України. – 2015. – № 1 (18). – С. 92-96.
7. Палий, А.И. Радиоэлектронная борьба (средства и способы подавления и защиты радиоэлектронных систем) [Текст] / А.И. Палий. – М.: Воениздат, 1981. – 320 с.
8. Цветнов, В.В. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита [Текст] / В.В. Цветнов, В.П. Демин, А.И. Курьянов. – М.: МАИ, 1999. – 240 с.

Надійшла до редколегії 1.02.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов, Національна академія Національної гвардії України. Харків.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАДИООБМЕНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АКТИВНОЙ РАДИОМАСКИРОВКИ

К.Н. Ткаченко, А.Ю. Іохов, В.Г. Малюк

Разработана математическая модель радиообмена при применении активной радиомаскировки подразделений НГУ на определенном участке. Разработан математический аппарат для определения коэффициента подавления полезного сигнала в вероятной точке расположения противником мобильных наземных средств радиоразведки. Установлена зависимость коэффициентов подавления от диаграммы направленности антенн и количества постановщиков умышленных помех с учетом их пространственного расположения и ориентирования.

Ключевые слова: система радиосвязи, радиоразведка, активная радиомаскировка, коэффициент подавления, разведзащищенность, диаграмма направленности.

MATHEMATICAL MODEL OF THE RADIO WITH AN ACTIVE DECEPTION

K.M. Tkachenko, O.Yu. Iohov, V.G. Maluk

A mathematical model of the radio when using active radio camouflage impersonate NGU-divisions in a particular area. The mathematical apparatus for determination of the useful signal suppression factor in the likely location of the enemy point of mobile ground-based signals intelligence. The dependence of the suppression coefficients of antenna patterns and the number of directors of intentional interference with regard to their spatial arrangement and orientation.

Keywords: radio communication system, radio reconnaissance, active deception, suppression coefficient, intelligence security, radiation pattern.