

УДК 621.391

Ю. П. Белокурський, В. М. Захаров, В. Є. Козлов, О. О. Щербіна

АНТЕНА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Проаналізовано типи антен для комплексної системи захисту інформації з мінімізацією обсягу придушення. Вибрані типи пристроїв для захисту інформації в приміщеннях і будівлях внутрішніх військ МВС України. Наведено результати моделювання характеристик кутникових антен.

Постановка проблеми. Інформацію та ресурси необхідно захищати від руйнування, підміни, несанкціонованого дистанційного і фізичного доступу. В автономній системі захисту повинні бути засоби виявлення та придушення каналів витоку, силового впливу, фізичного вторгнення. Засоби повинні відповідати санітарним нормам і вимогам ЕМС. За наявності декількох випромінюючих систем, що працюють у близьких діапазонах, необхідно використовувати одну антену. Для вибору типу антен обмежимо призначення системи захисту і діапазони частот: придушення стільникових телефонів і виявлення вторгнення; діапазони GSM900/1800, 3G, LPD. На вибір типу антени також впливають вимоги щодо адаптації, замаскованості, мобільності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує значна кількість джерел за цією темою. Розглянемо деякі з них.

Одним з перспективних принципів виявлення фізичного вторгнення визнано активний радіохвильовий, доплеровський, RFID [1; 2].

Способи формування поля в зоні охорони можуть бути різними, наприклад, за допомогою випромінюючих коаксіальних кабелів – антен витікаючої хвилі. Кабелі можуть розміщувати в товщі стіни, під зовнішнім шаром стін приміщень або периметрових загороджень, що гарантує їх візуальне маскування. Зміна параметрів розміщення кабелів дозволяє варіювати не тільки форму, але і нахил, ширину і висоту зони виявлення.

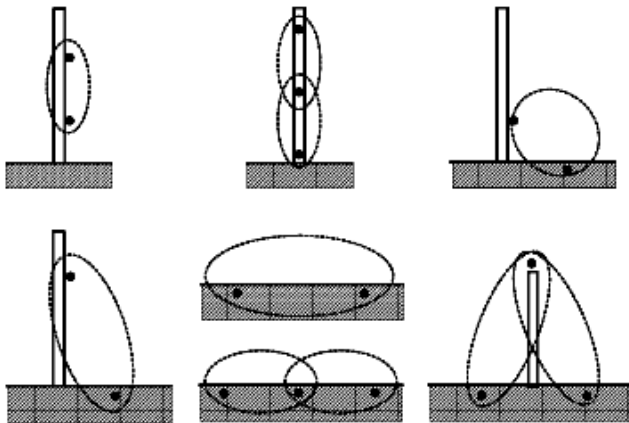


Рис. 1. Варіанти розміщення кабелів антен витікаючої хвилі на периметрі охорони й перетині зони виявлення

повинен забезпечувати такі підсистеми захисту інформації:

- придушення засобів зв'язку GSM, CDMA;
- контроль несанкціонованого доступу в приміщення у робочий час;
- виявлення руху в приміщенні у неробочий час.

Кожна підсистема має в своєму складі приймальні, генераторні, випромінювальні пристрої.

Як таку систему випромінювання пропонується застосовувати кутникові антени, встановлені у кутках приміщення. Це можуть бути антени з кутом розкриття 90° як верхнього рівня встановлення (під стелею), так і нижнього рівня (над підлогою). Кутникові антени використовують у дециметровому діапазоні хвиль [5]. Вони складаються з двох плоских пластин (рефлектора) і опромінювача. Пластини мають спільне вертикальне ребро і розташовані одна відносно іншої під кутом ψ . У площині бісектриси кута ψ також вертикально розміщений лінійний опромінювач, наприклад, напівхвильовий вібратор або решітка.

Поле кутникової антени складається з поля хвилі, відбитої від рефлектора, і поля, створюваного безпосередньо опромінювачем. Сприятливі умови для складання цих полів можуть бути отримані для

Положення зон випромінювання охоронної системи (рис. 1) відповідає вимогам до зон придушення GSM. У нашому випадку можна обрати антену витікаючої хвилі [3]. Але через обмеження за потужністю (ЕМС), економічні обмеження, за критеріями структурної адаптивності системи та мобільності вона поступається конструкціям кутникових антен [4].

Мета статті – обґрунтування вибору антени комплексної системи захисту інформації, моделювання характеристик антени, вироблення рекомендацій щодо її застосування в різних умовах.

Виклад основного матеріалу. У аналізі використані джерела, що містять методи розрахунку [5...8]. Антенний пристрій

заданого кута між пластинами ψ шляхом вибору відстані S від осі вібратора до вершини кута (рис. 2).

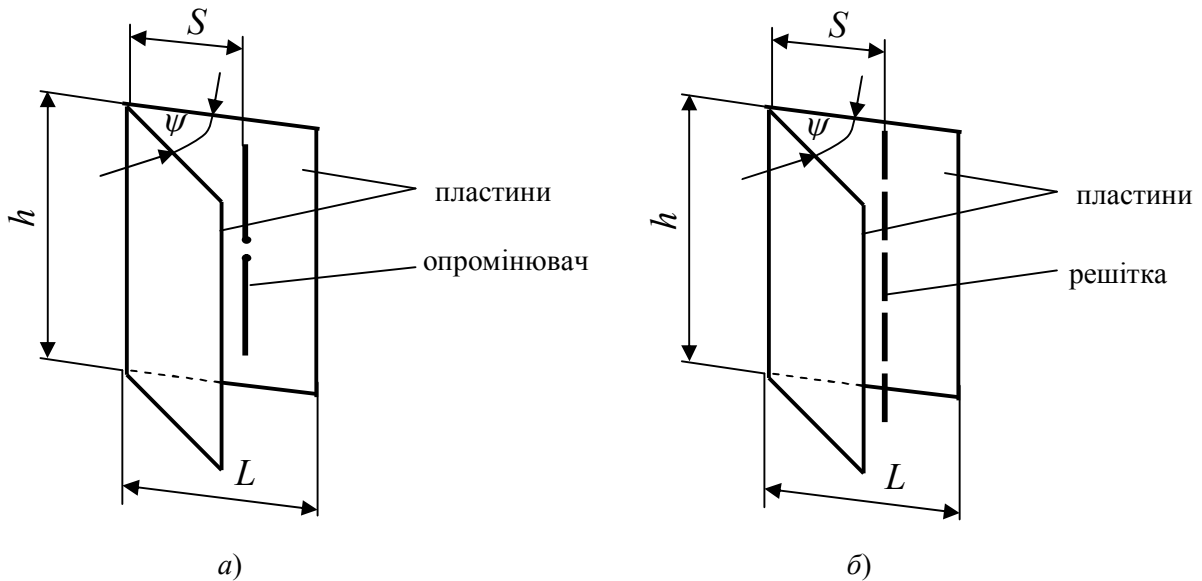


Рис. 2. Кутникові антени з опромінювачем у вигляді одного вібратора (а) і колінеарної решітки (б)

Оскільки опромінювач розташований симетрично відносно пластин, то максимальне випромінювання виходитиме у напрямку бісектриси кута ψ . На практиці висоту пластин h вибирають дещо більше довжини опромінювача, а ширину пластин L – не менше довжини хвилі λ .

Аналіз спрямованості кутникової антени з кінцевими розмірами h і L є складною задачею [5...7]. У інженерних розрахунках розміри плоских пластин вважаються нескінченно великими $h = L = \infty$. Таке припущення дозволяє отримати і використовувати в розрахунках порівняно нескладні формули. У H -площині, що перпендикулярна осі вібратора, діаграма спрямованості слабо залежить від довжини опромінювача і від розміру вертикального ребра h . За методом дзеркальних зображень можна отримати прості формули для спрямованості антени [5], справедливі для будь-яких значень S/λ . Взаємне розташування дійсного опромінювача 1 і його дзеркальних зображень 2, 3, 4 для кутникової антени з кутом $\psi = 90^\circ$ зображене на рис. 3.

У даному випадку кутниковий рефлектор замінюється трьома фіктивними вібраторами 2, 3, 4. Струм фіктивного вібратора 3 співпадає за фазою із струмом дійсного вібратора 1, а струм фіктивних вібраторів 2 і 4 відрізняється за фазою на 180° .

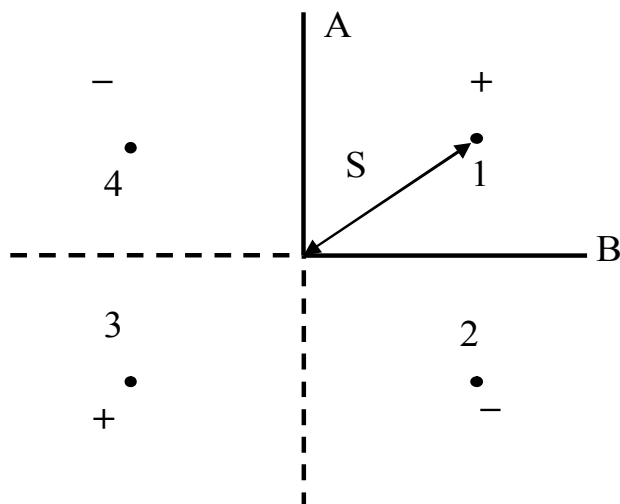


Рис. 3. Взаємне розташування дійсного опромінювача і його дзеркальних зображень за умови $\psi = 90^\circ$

діаграми спрямованості кутникової антени у площині H представлені на рис. 4.

Форма діаграми спрямованості при видаленні опромінювача від грані антени на відстань від чверті до половини довжини хвилі практично не змінюється. Діаграма має одну пелюстку шириною

Для нескінченно великих розмірів рефлектора випромінювання фіктивних вібраторів еквівалентне випромінюванню струмів, що виникають на рефлекторі. Це впливає з того, що система фіктивних та дійсного вібраторів забезпечує виконання граничних умов на нескінченних поверхнях стінок А і В рефлектора (рис. 3), тобто забезпечує рівність нулю тангенціальних складників вектора напруженості електричного поля. За обмежених розмірів стінок А і В фіктивні вібратори 2, 3, 4 неточно відтворюють поле, створюване струмами, що течуть по цих стінках. Користуючись зазначеною системою фіктивних вібраторів, отримуємо вирази для поля випромінювання ($\psi = 90^\circ$) у площинах H і E (меридіональна площина). Виконаємо розрахунки спрямованості антени з використанням даних співвідношень [5; 6]. Результати розрахунків

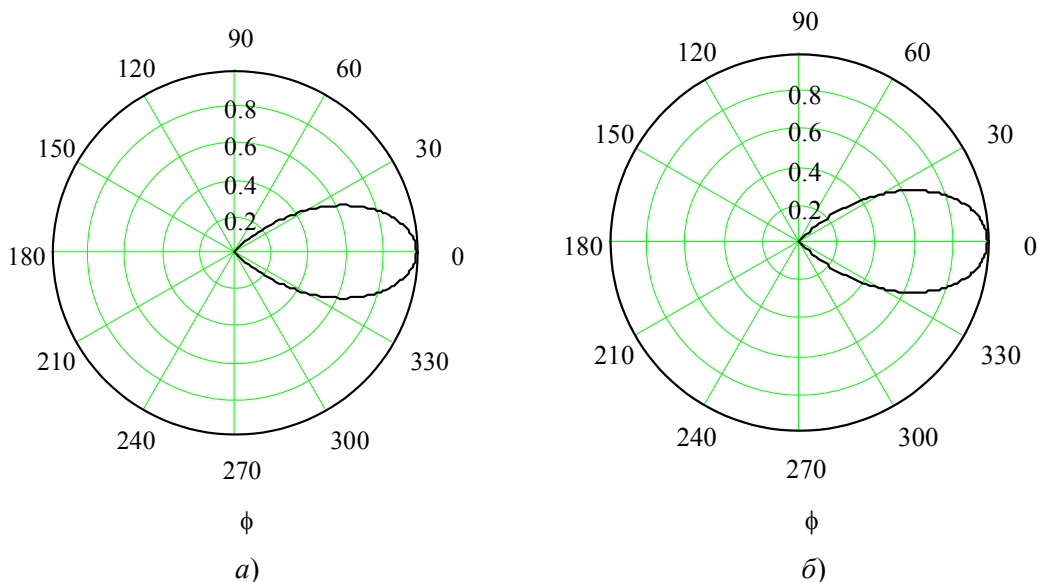


Рис. 4. Діаграма спрямованості кутникової антени у площині H : а) $S/\lambda = 0,25$; б) $S/\lambda = 0,5$

близько 45° , задня і бічна пелюстки відсутні (рис. 4, б). У випадку збільшення S/λ до $0,7$ діаграма звужується до 28° . Якщо цю відстань збільшити до $0,8$, у діаграмі з'являються бічні пелюстки (рис. 5, а), які при $S = \lambda$ набувають максимального значення. Головна пелюстка дзеркальних зображень при $\psi = 90^\circ$ повністю зникає (рис. 5, б).

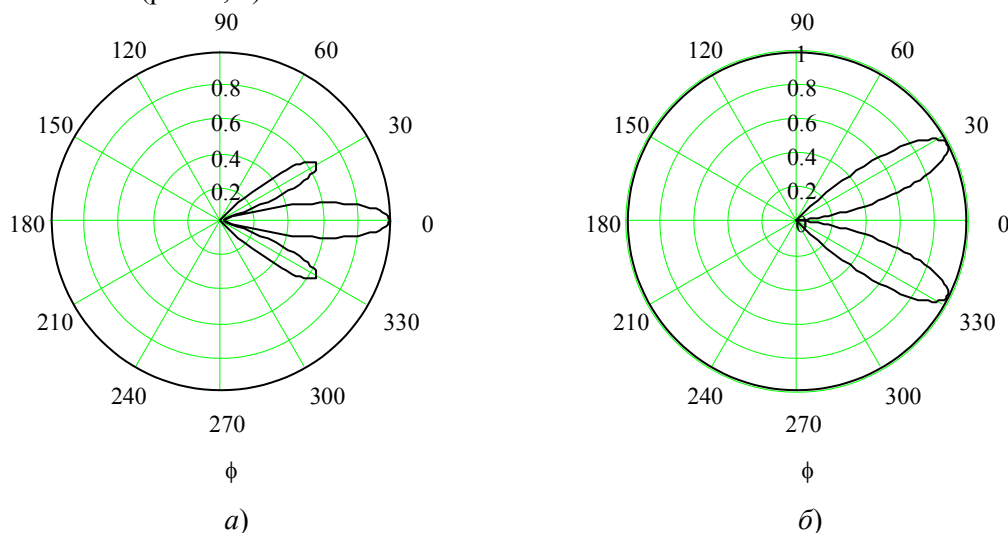


Рис. 5. Діаграма спрямованості кутникової антени у площині H : а) $S/\lambda = 0,8$; б) $S/\lambda = 1,0$

Таким чином, якщо опромінювач розташований у одній горизонтальній площині з зоною захисту, то можливе створення області високочастотного зашумлення у кутовому секторі, ширина якого близько 45° , за умови $0,25 < S/\lambda < 0,5$. У зазначеному секторі зашумлення забезпечується основною пелюсткою діаграми спрямованості антени.

Спрямованість антени лежить у площині E (вона проходить через вісь опромінювача). Максимум випромінювання виходить у напрямку бісектриси кута розкриття. Ширина діаграми спрямованості антени у цій площині за незмінного опромінювача (найчастіше це напівхвильовий симетричний вібратор) також залежить від співвідношення S/λ . Зокрема, якщо $S/\lambda = 0,25$, то ширина діаграми при $\psi = 90^\circ$ становить близько 60° (рис. 5). Це на 20° менше ширини діаграми спрямованості симетричного напівхвильового вібратора у вільному просторі (на рис. 6 пунктиром показана одна половина його діаграми). Зі збільшенням відстані від ребра пластин до опромінювача ширина діаграми зменшується: 40° при $S/\lambda = 0,5$ (рис. 5, б), 26° при $S/\lambda = 0,75$ (див. рис. 6, а). В останньому випадку форма діаграми змінюється не тільки внаслідок її звуження, а й через появу бічних пелюсток. Рівень цих бокових пелюсток підвищується при подальшому збільшенні S/λ до значення $0,9$ (див. рис. 7, б).

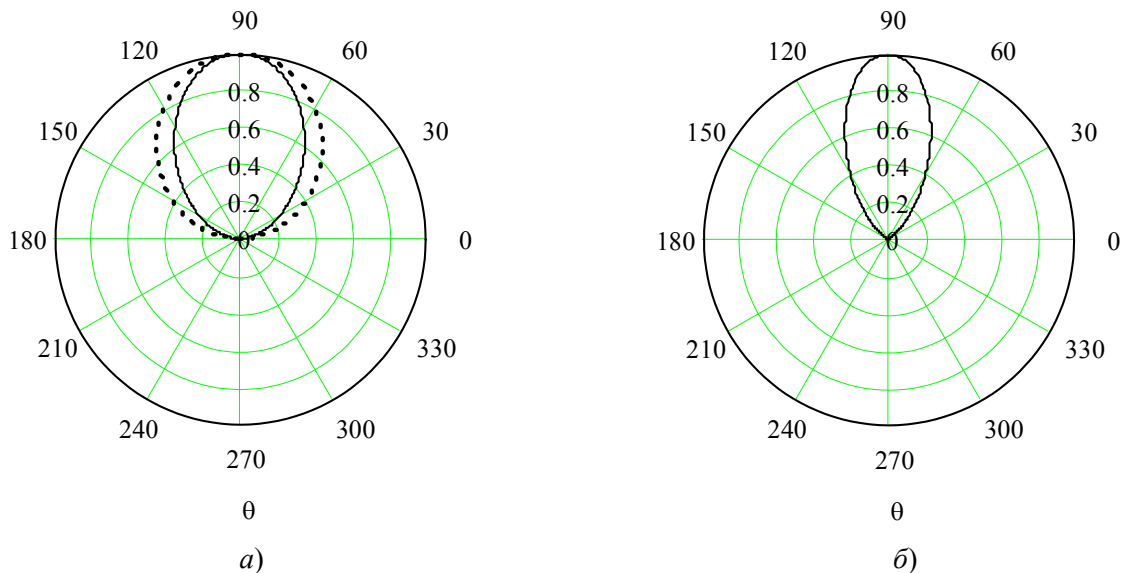


Рис. 6. Діаграма спрямованості кутникової антени у площині E : а) $S/\lambda = 0,25$; б) $S/\lambda = 0,5$

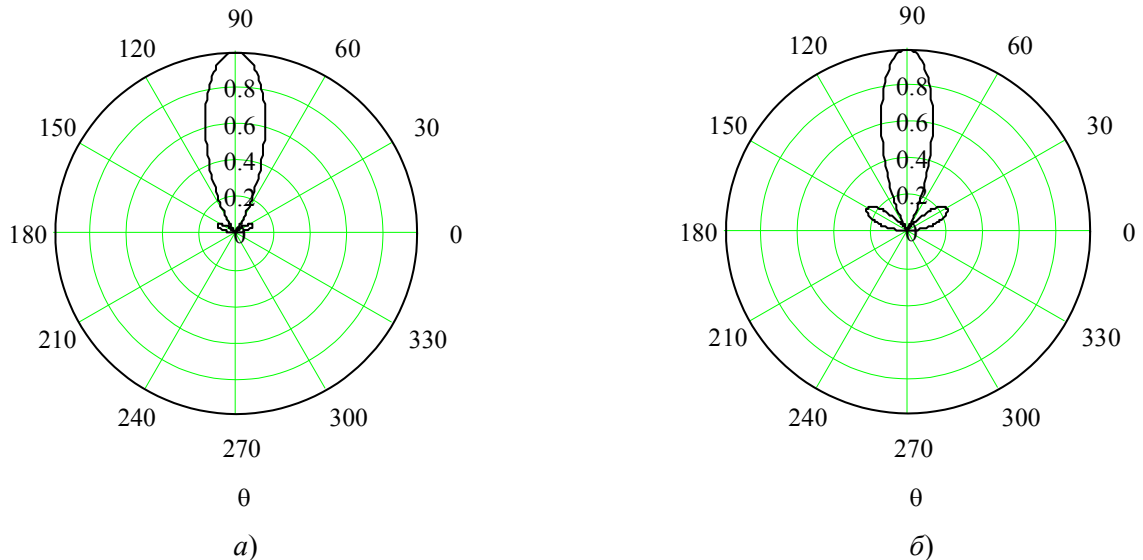


Рис. 7. Діаграма спрямованості кутникової антени у площині E : а) $S/\lambda = 0,75$; б) $S/\lambda = 0,9$

Розрахунок заднього випромінювання кутникової антени проведено з використанням математичної моделі [5], яка передбачає, що опромінюючий вібратор є нескінченно довгим дротом з обтічним струмом постійної амплітуди і фази.

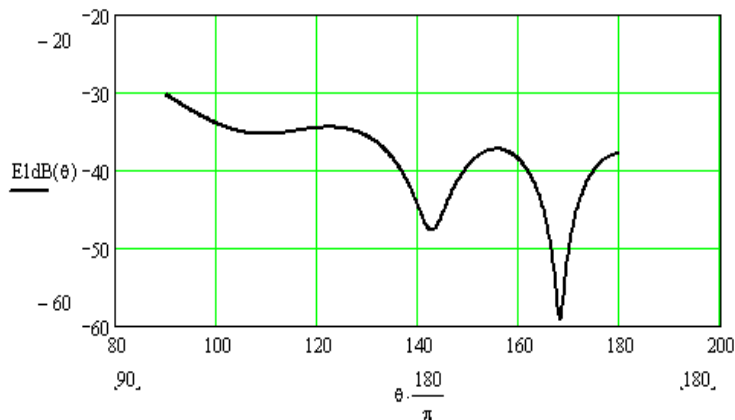


Рис. 8. Залежність напруженості поля кутникової антени (з кутом 90° між металевими пластинами) у задній напівплощині відносно напруженості поля у головному напрямку

Відстань від осі вібратора до вершини кута кутникового рефлектора $0,475$ довжини хвилі, ширина кожної пластини рефлектора дорівнює $1,75$ довжини хвилі, довжина пластин $h \rightarrow \infty$. Розрахунок виконано для площини, перпендикулярній осі вібратора, у секторі кутів θ від 90° до 180° (початок відліку від бісектриси кута рефлектора (рис. 8)). Аналогічна залежність рівня заднього випромінювання антени з урахуванням симетрії має місце у секторі кутів θ від -90° до -180° .

Висновки

Аналіз джерел та результати моделювання характеристик вказують на те, що застосування кутникових антен у комплексних системах захисту інформації приміщень і будівель дозволяє реалізувати такі можливості:

- формувати моно- і мультіпелюсткові об'ємні діаграми спрямованості з горизонтальною і вертикальною поляризацією;
- мінімізувати обсяги придушення;
- забезпечувати умови ЕМС та біологічної безпеки;
- забезпечувати мобільність застосування.

Список використаних джерел

1. Васильев О. А. Интеллектуальные системы блокирования сотовой телефонии: нет причины – нет подавления / О. А. Васильев, Д. О. Егоров, А. Н. Кадыков // Защита информации. INSIDE. – 2005. – № 2. – С. 62–66.
2. Васильев О. А. Распределенные системы интеллектуального блокирования сотовой связи / О. А. Васильев, В. Е. Егоров, А. Н. Кадыков // ИНФОРМОСТ. Радиоэлектроника и телекоммуникации. – 2006. – № 2. – С. 34–37.
3. Щербіна О. О. Вибір антен засобів захисту ресурсів та інформаційних потоків від витоку / О. О. Щербіна, М. І. Семенов // Наукове забезпечення службово-бойової діяльності внутрішніх військ МВС України : зб. тез наук.-практ. конф. – Х. : Акад. ВВ МВС України, 2011. – С. 86 – 87.
4. Дослідження імпровізованих діаграмоутворюючих пристроїв для захисту інформації / Ю. П. Белокурський, В. Є. Козлов, В. В. Лищенко, О. О. Щербіна // Наукове забезпечення службово-бойової діяльності внутрішніх військ МВС України : зб. тез наук.-практ. конф. – Х. : Акад. ВВ МВС України, 2011. – С. 86 – 87.
5. Антенны ультракоротких волн / Г. З. Айзенберг, С. П. Белоусов, Э. М. Журбенко и др.; под ред. Г. З. Айзенберга. – М. : Радио и связь, 1985.
6. Захаров Е. В. О влиянии уголкового рефлектора на диаграмму направленности линейного излучателя / Е. В. Захаров, Ю. В. Пименов // Известия вузов. Сер. Радиофизика. – 1975. – № 3. – С. 418 – 424.
7. Горобец Н. Н. Расчет характеристик излучения трехмерных уголковых антенн с произвольным углом раскрытия / Н. Н. Горобец, Н. П. Елисеева // Автоматизированное проектирование антенн и устройств СВЧ : сб. аннот. пакетов прикл. прогр.; под ред. Д. И. Воскресенского. – М. : МАИ, 1990. – С. 66 – 67.
8. Давыдов А. Г. Возможности программы ЭДЭМ для разработки устройств антенной техники / А. Г. Давыдов, Ю. В. Пименов // Антенны. –2006. – № 10.

Стаття надійшла до редакції 18.05.2011 р.