

1. Калюжний О. Я. Моделювання систем передачі сигналів в обчислювальному середовищі MATLAB-Simulink: Навчальний посібник. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 136с.
2. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3-х томах. Том 2 – Радиосвязь, радиовещание, телевидение / Под ред. профессора В. П. Шувалова. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 672с.
3. Каганов В. И., Битюков В. К. Основы радиоэлектроники и связи: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 542с.
4. Микроволновые устройства телекоммуникационных систем / М. З. Згуровский, М. Е. Ильченко, С. А. Кравчук и др.: В 2-х т. Т.2: Устройства передающего и приемного трактов. Проектирование устройств и реализация систем. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2003. – 616с.
5. Ruey-Yi Wei, Mao-Chao Lin. Noncoherent-Coded modulation constructed from conventional trellis-coded modulation // IEEE Communications Letters. - Vol. 2, - No. 9, September, 1998. - P. 260 - 262.

## **ВИКОРИСТАННЯ ЛІНЗ РОТМАНА ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ АНТЕНИХ РЕШІТОК**

Аспірант НТУУ «КПІ» Булашенко А. В., ШІ СумДУ

Багатопроменева антенна решітка (БАР) – це антенний пристрій, здатний формувати у просторі декілька діаграм спрямованості (ДС), кожній з яких відповідає визначений вхід променя. Такі антени використовуються як самостійні пристрої або як елементи складних систем. БАР забезпечує можливість паралельного огляду простору в широкому секторі кутів з високою роздільною здатністю, одночасного сканування декількома незалежними променями, управління формою ДС та інше.

За способом реалізації випромінюючої частини можна виділити апертурні та решітчасті БАР. Апертурні БАР зазвичай реалізують на основі лінзових чи дзеркальних антен. ДУС таких БАР – це сукупність опромінювачів з рефлектором або лінзою. Їх перевага у простоті конструкції та можливості формування ДС з малими бічними пелюстками. До недоліків належать: низький рівень перетину сусідніх пелюстків, громіздкість конструкції та велика маса. До складу

решітчастих БАР входить ДУС у вигляді схем матричного типу. Найбільш відомі схеми живлення багатопробеневи антенних решіток – схеми Батлера та Бласа [1] – є складними в реалізації. Схема Бласа реалізується на основі взаємно перетинаючих фідерних ліній, що зв'язані у місцях перетину за допомогою спрямованих відгалужувачів. Фазові зсуви між сусідніми випромінювачами забезпечуються нахилом фідерів відносно один одного. Оскільки така лінія навантажена на узгоджене навантаження, і спрямовані відгалужувачі вносять додаткові втрати, то ККД такої схеми зменшений. Схема Батлера – це паралельна схема живлення, що містить направлені відгалужувачі та фіксовані фазообертачі. До недоліків такої схеми відносять: складність реалізації амплітудних розподілів спеціальної форми для зменшення бічних пелюсток, частотно-залежне положення променів у просторі. Тому останнім часом все більше для живлення багатопробеневи антенних решіток використовують ДУС у вигляді лінз Ротмана [2].

Лінза Ротмана у своєму найпростішому виконанні (рис. 1) складається з області між паралельними пластинами, що живляться коаксіальними зондами з двох протилежних сторін. Зонди з правої сторони називаються входами випромінюючих елементів. Вони з'єднані відрізками високочастотних кабелів визначеної довжини з окремими випромінюючими елементами антенної решітки на розкритті лінзи. Зонди, що розташовані з лівої сторони лінзи, називають входами променів. Вони розподілені вздовж фокальної дуги таким чином, що кожен з них відповідає визначеному напрямку променя у просторі.

Геометрія лінзи Ротмана та довжини кабелів вибрані таким чином, що електрична довжина від кожної фокальної точки входу кожного променя до відповідного хвильового фронту кожного променя є однаковою.

Решітки на основі лінз Ротмана можуть бути прямолінійними та криволінійними. Останні можна використовувати як неvistупаючі антени для літальних апаратів. Прямолінійні решітки дають більш вузький промінь, ніж криволінійні при тих же розмірах розкриття. Криволінійні мають ту перевагу, що мають більш широкий сектор сканування (чи сектор перекриття багатопробеневою діаграмою), їх максимальна ефективна радіолокаційна площа розсіювання менша, ніж у прямолінійної решітки, в них не спостерігається «осліплення» решітки, оскільки кривизна решітки руйнує періодичність розташування елементів.

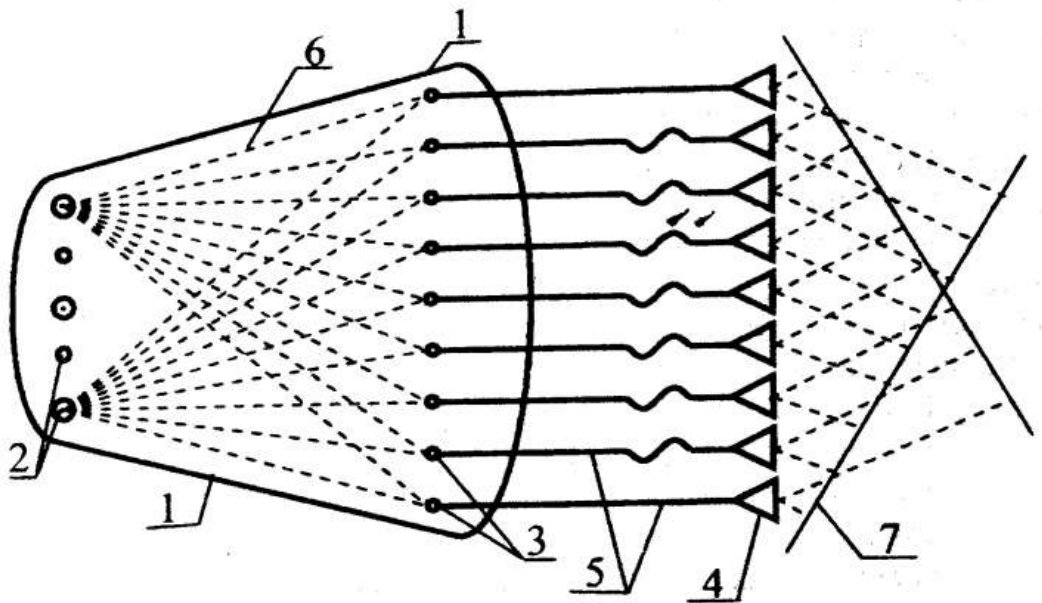


Рис. 1. Схематичне зображення лінзи Ротмана: 1 – лінза, 2 – входи променів, 3 – входи випромінюючих елементів, 4 – випромінюючі елементи, 5 – кабелі, що з'єднують випромінюючі елементи з їх входами, 6 – траєкторії променів, 7 – фронт хвилі на вході лінзи

Головна перевага лінзи Ротмана в її широкосмуговості, оскільки вона має незалежне від частоти регулювання променя. Смуга частот обмежується лише смугою пропускання її елементів та неузгодженням імпедансу між випромінювачами та з'єднувальними лініями передачі. Друга перевага полягає в тому, що можна одночасно використовувати багато променів при формуванні головного променя. Третя перевага полягає в тому, що можлива зміна фази незалежно від частоти, що дозволяє не використовувати дорогі фазозсувачі. Крім того, лінзи Ротмана через їх просту модель та компактні розміри є привабливими для використання при електронному скануванні. Джерела, що встановлені на центральній дузі лінзи забезпечують зручний шлях для будь-якого формування багатьох променів.

До недоліків лінз Ротмана слід віднести наявність відбиття від бічних стін, взаємний вплив сусідніх входів один на одного, що послаблює вихідний промінь та спотворює діаграму спрямованості, а також досить високі рівні бічних пелюсток.

Для усунення першого недоліку бічні стінки проектують таким чином, щоб мінімізувати випромінювання від них. Для цього вводять набір входів, що мають узгоджене навантаження.

На сьогоднішній день лінзи Ротмана є найкращими схемами живлення для побудови широкосмугових та надширокосмугових (з перекриттям по частоті 2:1 та більше) багатопроменевих антенних

решіток. Розроблено багато лінз Ротмана в різних діапазонах частот (до 37 ГГц). Максимальна кількість входів у існуючих зразках 41, максимальне число променів 46, мінімальний рівень бічних пелюстків менше -30дБ, максимальний сектор по куту місця  $120^\circ$ , а максимальний сектор по азимуту  $120^\circ$ .

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. Д. И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с.
2. Rotman W. And Turner R. Wide-angle microwave lens for line source applications // IEEE Transactions Antennas Propagation, Vol. 11, No. 6, November, 1963, pp. 623 – 632.
3. Peterson A. F. Scattering matrix integral equation analysis for the design of a waveguide Rotman lens // IEEE Transactions on antennas and propagation, Vol. 47, No. 5, May 1999. – pp. 870 – 878.
4. Hansen R. C. Design trades for Rotman lenses // IEEE Transactions on antennas and propagation, Vol. 39, No. 4, April 1991., pp. 464 – 472.

## **КРИПТОГРАФІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ АРИФМЕТИКИ ФІБОНАЧІ**

Викладачі Забегалов І. В., Булашенко А. В., студент Мезько О.,  
ШХТК ШСумДУ

Важливою складовою практично будь-якої комп'ютерної інформаційної системи є система захисту інформації. Радикальне вирішення проблем захисту електронної інформації може бути отримане на базі використання криптографічних методів, які дозволяють вирішувати важливі завдання захищеної автоматизованої обробки та передачі інформації. Основним із засобів захисту інформації в телекомунікаційних системах сьогодні є симетричні шифри.

У розвідці розглядається підхід, який будується на використанні поняття узагальненої  $Q_p$ -матриці Фібоначі. Вона являє собою квадратну  $(p + 1) \times (p + 1)$ -матрицю вигляду: