

## Системи ближньої радіолокації. Нелінійна радіолокація

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури ([КіВРА](#)) разом з НДЦ “ТЕЗІС” (<http://www.tesis.kiev.ua>) співпрацюють у дослідженні ефектів нелінійного розсіювання під час зондування НВЧ-сигналами радіоелектронної апаратури з напівпровідниковою елементною базою. Головною метою цих досліджень є поліпшення ефективності використання нелінійних радіолокаторів (НР) у сфері технічного захисту інформації.

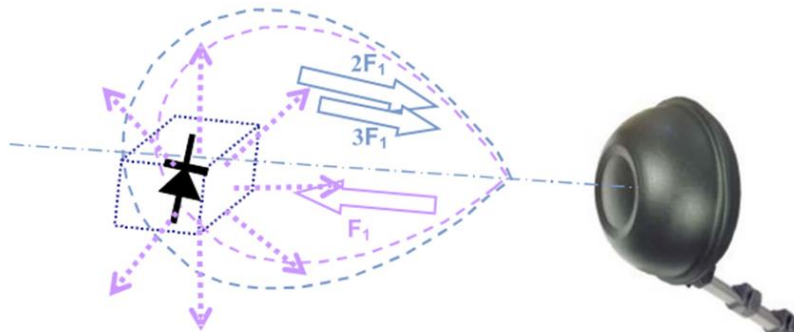
Перевірка приміщення з метою технічного захисту інформації передбачає використання спеціальних технічних засобів: детекторів поля, аналізаторів спектру, нелінійних радіолокаторів, металошукачів, ультразвукового діагностичного обладнання тощо. Як правило, перевірку стін, підлоги і стель здійснюють з використанням нелінійного радіолокатора.



Нелінійний радіолокатор серії “NR-μ”

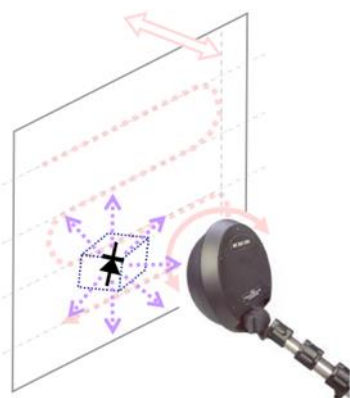
При використанні НР оператор аналізує рівні перевипромінюваних нелінійними об’єктами нових спектральних складових – другої і третьої гармонік частоти зондуючого сигналу. Відомо, що напівпровідникові прилади (мікросхеми, транзистори, діоди) мають несиметричні вольт-амперні характеристики, тому у сигналі відгуку від розсіювачів з цією елементною базою рівень другої гармоніки перевищуватиме рівень третьої на 20 ... 40 дБ. У випадку корозійних сполук (розсіювачів контактного типу), що мають симетричні вольт-амперні характеристики, у спектрі сигналу відгуку за

рівнем переважає третя гармоніка по відношенню до рівня другої. Таким чином, за співвідношенням рівнів прийнятих нелінійних продуктів сигналу відгуку здійснюється селекція нелінійних розсіювачів на закладні пристрої (що містять напівпровідникові прилади) та корозійні сполуки.



До принципу роботи нелінійного радіолокатора

При здійсненні пошуку закладних пристроїв антенну систему НР направляють на досліджувану поверхню і переміщують уздовж неї. При появі тонального сигналу в головних телефонах проводять локалізацію об'єкта пошуку по максимуму рівня сигналу в головних телефонах і показаннями індикатора на пульті управління. Для цього у процесі оператор також змінює орієнтацію і положення антенної системи, варіює рівнем вихідної потужності зондуючого сигналу.



До методики пошуку закладного пристрою



Типовий приклад контакту корозійних металевих предметів

Нелінійний радіолокатор відноситься до систем ближньої радіолокації, оскільки працює з полями у ближній зоні. Несуча частота зондуючого сигналу більшості нелінійних радіолокаторів лежить у межах 800...1000 МГц, що дозволяє зробити максимально вузькою апертуру випромінювання і

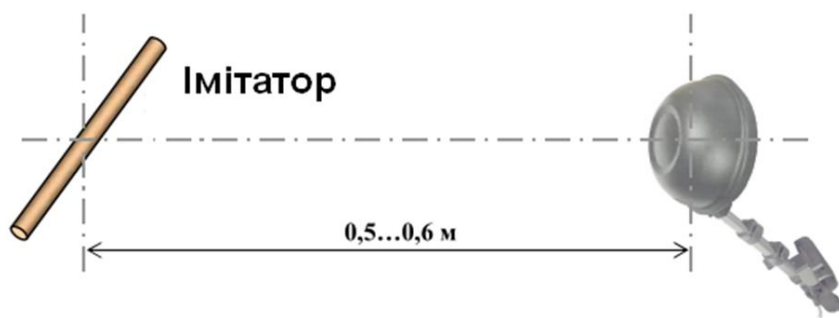
відносно низьке затухання сигналів в щільному середовищі (цегла, бетон тощо). Потужність випромінюваного моногармонічного сигналу не перевищує 1,5 Вт, а у випадку імпульсного випромінювання – 600 Вт в імпульсі. Динамічний діапазон приймачів не менше 40 дБ. Чутливість приймачів не гірше -80 ... -130 дБ/Вт (при відношенні сигнал/шум 6 дБ). Коефіцієнт підсилення передавальної антени не менше 6 дБ, а прийомної антени – не менше 8 дБ. Поляризація антен кругова, коефіцієнт еліптичності не гірше 0,8. Рівень задньої пелюстки діаграми спрямованості передавальної та приймальної антени не більше мінус 15 дБ.

Перевага використання нелінійних радіолокаторів у сфері технічного захисту інформації полягає в тому, що вони здатні виявляти не випромінюючі пристрої й апаратуру, що працює на прийом.

Типовий імпульсний нелінійний радіолокатор складається з передавача зондуючого сигналу, приймачів другої і третьої гармонік, блоку обробки, блоку управління, пульта управління та індикації і блоку антен. Блок управління з'єднується з передавачем зондуючого сигналу для того, щоб задати необхідний рівень випромінюваного сигналу; з блоком обробки і приймачами другої і третьої гармонік для того, щоб синхронізувати роботу з передавачем зондуючого сигналу; з пультом управління та індикації для того, щоб відображати стан параметрів прийнятого й випромінюваного сигналів. Вихід передавача зондуючого сигналу з'єднаний зі входом блоку антен (передавальної антени) для випромінювання сигналу в напрямку об'єкта дослідження. Вихід блоку антен (приймальної антени) з'єднаний зі входами приймачів другої і третьої гармонік для прийому відбитих від обстежуваних об'єктів сигналів. Виходи приймачів другої і третьої гармонік з'єднані зі входом блоку обробки для виявлення напівпровідників і металів в об'єкті обстеження. Вихід блоку обробки підключений до входу пульта управління та індикації для відображення інформації про наявність напівпровідників і металів в об'єкті дослідження. Вихід пульта управління та індикації з'єднаний

з блоком обробки для установки порогів чутливості в ньому і блоці управління для регулювання потужності випромінюваного сигналу.

Калібрування нелінійного радіолокатора на місці атестаційних досліджень здійснюється за допомогою штатного імітатора. При цьому антенна система нелінійного радіолокатора напрямлена у бік імітатора на відстані 0,5..0,6 м (на цій же відстані здійснюється і пошук закладних пристроїв). У головних телефонах прослуховується тональний сигнал, а на пульті відображається рівень другої і третьої гармонік прийнятого сигналу. Поступове видалення імітатора із зони зондування при незмінному положенні антенної системи приладу призводить до зменшення звукового сигналу в головних телефонах і поступового зменшення рівня сигналу-відгуку.



Калібрування пристрою за допомогою штатного імітатора

Недоліками сучасних нелінійних радіолокаторів є відсутність можливості визначення різновиду електронного пристрою, а також висока чутливість до штучних завад, які характерні для місць розміщення закладного пристрою.

На кафедрі КіВРА під керівництвом д.т.н., проф. Зінковського Юрія Францевича продовжуються науково-дослідні роботи по поліпшенню ефективності використання нелінійних радіолокаторів у сфері технічного захисту інформації. По цій тематиці вже захищена кандидатська дисертація доц. Зінченка Максима В'ячеславовича. Є чимало перспективних напрацювань молодого науковця з Соціалістичної Республіки В'єтнам аспіранта кафедри КіВРА Во Зуй Фука.