

2. Zecurion [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.zecurion.ru/>
3. Perimetrix [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.perimetrix.ru/>

В.М.ЧЕРТКОВ<sup>1</sup>, В.К.ЖЕЛЕЗНЯК<sup>1</sup>

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ СКРЫТОГО СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ СРЕДСТВАМИ НЕЛИНЕЙНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ**

<sup>1</sup>*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет», Новополоцк, Беларусь.*

Нелинейная радиолокация из всего разнообразия возможных методов поиска занимает одно из важнейших мест и активно развивается с 70-х годов. Современные нелинейные радиолокаторы (НЛ) способны обнаружить SIM-карты мобильных телефонов и встроенные в бетонную стену радиоэлектронные средства (РЭС) скрытого съема информации. В то же время они обладают ограниченными возможностями по распознаванию искомым РЭС в силу того, что реальная среда размещения РЭС представляет совокупность элементов строительной конструкции, включающие различные металлические арматурные и крепежные соединения. Все это приводит к большому числу ложных откликов и, как следствие, большой вероятности ложной тревоги. Поэтому разработка методов и алгоритмов идентификации РЭС, применяемых при поиске, является актуальной задачей.

Процедура идентификации РЭС с помощью НЛ включает три основных процесса следующих друг за другом:

1. Обнаружение РЭС по присутствию нелинейного соединения;
2. Распознавание типа соединения (полупроводник или ложный полупроводник);
3. Идентификации (принадлежность к определенному классу) РЭС.

### *1. Обнаружение РЭС по присутствию нелинейного соединения.*

Алгоритм обнаружения осуществляется по уровню отраженного сигнала. Этот алгоритм предполагает, что для двух классов объектов (полупроводник или ложный полупроводник), создающих отклики от зондирующего сигнала нелинейного радиолокатора, возможно их разрешение по уровню отраженных гармонических составляющих. Такой алгоритм характерен для моногармонических радиолокаторов, которые работают на принципе измерения уровня только второй или третьей гармоники спектра отраженного сигнала[1].

### *2. Распознавание типа соединения.*

Практически все современные НЛ предназначены для распознавания типа соединения, т.е. выявления в составе РЭС элементов с полупроводниковыми свойствами и основываются на двух особенностях[2]: 1. Для полупроводников уровень второй гармоники превышает уровень третьей на величину порядка 20дБ, а для точечных и плоскостных металлических контактов – наоборот; 2. нестабильности вольтамперной характеристики (ВАХ) точечных и плоскостных металлических контактов при механическом воздействии. Выбор алгоритма распознавания зависит от конкретной модели НЛ и его функциональности. Также возможно встретить НЛ с комбинацией сразу нескольких алгоритмов. Представим три самых эффективных алгоритма:

- Распознавание по соотношению уровней второй и третьей гармоник гармонических составляющих спектра отраженного сигнала.

- Распознавание, которое основано на физических предпосылках различной скорости изменения уровней второй и третьей гармоник отраженного сигнала при снижении мощности сигнала зондирования от максимального до минимального[1].

- Метод, основанный на применении различных видов модуляций. Используя амплитудную или частотную демодуляцию, возможно прослушать характерные аудио сигналы в электронных устройствах, возникающих из-за фазовых сдвигов и синхронизирующих импульсов. При обнаружении ложного соединения можно отличить его от полупроводника одновременно прослушивая и производя на него физическое вибрационное воздействие, постукивая твердым предметом или резиновым молотком [1].

### *3. Идентификация.*

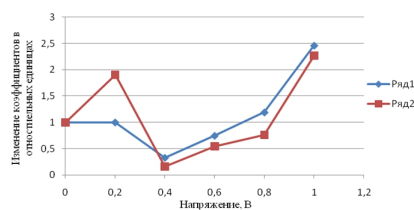
Функциональная возможность идентификации РЭС скрытого съема информации в НЛ не предусмотрена. Идентификация или отнесение к определенному классу распознаваемых

объектов возможен лишь при проведении нескольких серий измерений в ручном или автоматизированном режиме. Важным этапом получения информации о характеристиках объекта поиска с нелинейными свойствами является распознавание типа ее нелинейности. Надежность распознавания в значительной мере зависит от выбора системы критериев, по которым в дальнейшем они и классифицируются. Из анализа принципа действия НЛ следует, что наиболее информативным критерием является вид ВАХ полупроводника [3]. На основе которого разрабатываются современные алгоритмы и методы идентификации. Самые перспективные и эффективные из них рассмотрены в работе [4], а именно:

- Восстановление вида нелинейности по рассеянному полю;
- Метод восстановления нелинейности с использованием специального зондирующего сигнала, промоделированного по пилообразному закону;
- Предложенный авторами метод восстановления нелинейности с использованием зондирующего DSB-сигнала.

Повышение достоверности идентификации и избирательности обнаружения нелинейных объектов достигается за счет того, что в качестве зондирующего сигнала используют сигнал с подавленной несущей частотой (DSB) с плавным увеличением разности гармоник в составе зондирующего сигнала и мощности его излучения, а на выходе регистрируют зависимости амплитуд третьей и второй гармоник и дополнительно измеренный уровень амплитуды восстановленной несущей частоты на второй гармонике. **По полученным зависимостям рассчитывают коэффициенты полинома, аппроксимирующего ВАХ исследуемого объекта.**

Важной отличительной особенностью метода является возможность автоматизировать поиск и идентификацию РЭС. Идентификация производится на основе вида ВАХ и идентификационного портрета, представляющего **собой характер изменения коэффициентов полинома, которые рассчитываются на каждом этапе увеличения мощности и разности гармоник в составе зондирующего сигнала.** Тем самым добиться вероятности правильной идентификации близкой к единице. На рисунке 1 представлена идентификационный портрет.



Ряд1 описывает изменение квадратичного коэффициента. Ряд2 описывает изменение кубического коэффициента.

Рисунок 1 – Идентификационный портрет

Авторами предложен принципиально новый алгоритм идентификации РЭС, существенно изменяющий представление о возможностях нелинейной радиолокации применительно к задаче поиска РЭС скрытого съема информации. У операторов НЛ появляется возможность не только обнаружения, но и получения информации о характеристиках РЭС на основе автоматизированной идентификации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каргашин, В. Л. Нелинейная ближняя радиолокация. Новые алгоритмы идентификации электронных устройств / В. Л. Каргашин, В. Н. Ткач, Д. В. Ткачев // Специальная техника. - М. - 2006. - № 6. - С. 42-48
2. Чертков, В.М. Повышение надежности идентификации нелинейных объектов / В.М. Чертков, С.В. Мальцев, Н.М. Наумович // 5-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения [MILEX-2011]: тезисы докладов. - Минск: БелИСА, 2011. – с. 121-123.
3. Чертков, В.М. Повышение надежности идентификации нелинейных объектов / В.М. Чертков, С.В. Мальцев // Информатика, математическое моделирование, экономика: Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. Том 2 – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2013. – с. 77-80
- Чертков, В. М. Поиск и обнаружение нелинейных объектов с распознаванием типа нелинейности на основе их электрофизических свойств / В. М. Чертков, С. В. Мальцев // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. С, Фундаментальные науки. - 2013. - № 4. - С. 105-109.