

нагрузки, в диапазоне частот 0,7–2 ГГц имеет практически одинаковые значения (–1... –6,5 дБ). Коэффициент передачи в диапазоне частот 2–17 ГГц для экрана электромагнитного излучения на основе гибкого эластичного пенополиуретана, пропитанного водным раствором  $\text{CaCl}_2$  с техническим углеродом составляет –9,7... –14 дБ, при расположении листа пенофола за исследуемым экраном, коэффициент передачи уменьшается до значений –13... –38 дБ. Коэффициент отражения, измеренный в режиме согласованной нагрузки, составляет –2,6... –13,5 дБ с установкой листа пенофола и без него. Коэффициент отражения, измеренный в режиме короткого замыкания, составляет –0,1... –13 дБ. При установке за экраном листа пенофола коэффициент отражения, измеренный в режиме короткого замыкания, составляет –4... –10 дБ в диапазоне частот 2–17 ГГц.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФОКРОШКИ И ПЕСКА ДЛЯ СКРЫТИЯ ОБЪЕКТОВ НА ФОНЕ ПОЧВ**

Омер Джамаль Саад Абулькасим, Д.В. Столер, Е.С. Белоусова, Н.К. Сатаров

Использование маскирующих свойств местности (неровностей ландшафта, складок местности, холмов, гор, стволов и кроны деревьев и т.д.) является наиболее дешевым способом скрытия объектов. Однако для реализации этого способа необходимо наличие в месте нахождения объекта соответствующих естественных масок [1]. Контрастные различия техники и окружающего фона почв и грунтов выравниваются, если применить, например, обмазки из глины, песка с клеевыми добавками.

Фоны с зеркальной и гладкой поверхностью (воды, пески, дороги и т. д.) отражают световые лучи под одним и тем же углом зрения совершенно по-иному, чем, допустим, фоны с шероховатой и ворсистой поверхностью (пашни, скалы, обрывы, трава, листва, хвоя и т.д.). Для большего сходства с шероховатыми природными поверхностями (рыхлой землей, травой) на гладких искусственных поверхностях создают шероховатый красочный слой. Такой слой образуется в результате торцевания окрашиваемой поверхности кистями или щетками, а также присыпкой цветным или окрашенным песком (опилками), придорожной пылью, рубленой соломой и другими подручными материалами по сырому слою краски и закрепителя

Для маскировки объектов на открытых грунтах были изготовлены материалы на основе измельченной торфокрошки и песка. На подложке из пластика толщиной 2 мм наносился слой универсального клея толщиной 1 мм. Затем слой клея покрывался торфокрошкой (для образца с торфом) или слоем песка (для образца с песком) так, чтобы на поверхности не оставалось клеевого состава. Далее опять наносился слой клея и слой торфокрошки или песка. Образцы состояли из трех проклеенных слоев. Процесс сушки образцов происходил в течение 5–6 часов, после чего образец был готов к использованию.

#### **Литература**

1. Изучение различий спектральных и спектрополяризационных характеристик природных фонов и искусственных объектов / Б. И. Беяев [и др.] // Оптические разнородные и тепловые методы и средства контроля качества материалов, промышленных изделий и окружающей среды: тез. докл. VIII Международной научно-технической конф. УЛГТУ, 23–25 мая – Ульяновск, 2000. С. 112.

### **ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Е.С. Белоусова, Л.М. Лыньков, Айад Хешам Алмухтар,  
Лафта Рааед Катаа Лаффта

Электромагнитные излучения, которые возникают в результате эксплуатации различных приборов, аппаратуры и других средств радиоэлектроники, являются как

средствами передачи информации, так и создают возможность перехвата такой информации или ее повреждения. Одним из методов решения таких проблем является электромагнитное экранирование. Для создания экранов электромагнитного излучения широко используются углеродные материалы в виде синтезируемых структур (углеродные нанотрубки, технический углерод) и минеральное сырье в виде таурита, шунгита, торфа и каменного угля. Наибольший интерес представляет исследование добавок древесного угля в состав композитов для создания экранов электромагнитного излучения. Древесный уголь представляет собой макропористый высокоуглеродистый продукт, получаемый пиролизом древесины без доступа воздуха. Структура и свойства угля определяются температурой пиролиза. Промышленный древесный уголь, получаемый при температуре 450–550°C представляет собой аморфный материал, содержащий 80–92 % углерода, 4–4,8 % водорода, 5–15 % кислорода, 1–3 % минеральных примесей среди которых карбонаты и оксиды (K, Na, Ca, Mg, Si, Al, Fe).

Порошок древесного угля, помещенный в кювету толщиной 3 мм, обладает коэффициентом передачи порядка  $-6,5...-8,7$  дБ, коэффициентом отражения, измеренного в режиме согласованной нагрузки,  $-7,7...-10,2$  дБ, коэффициентом отражения, измеренного в режиме короткого замыкания,  $-8,2...-12,6$  дБ в диапазоне частот 8–12 ГГц. При введении дистиллированной воды в состав древесного угля значения коэффициента передачи уменьшается и составляет  $-18,4...-20,1$  дБ, коэффициент отражения, измеренный в режиме согласованной нагрузки и короткого замыкания, составляет  $-3,5$  дБ.

В дальнейшем планируется продолжить исследование влияния добавок древесного угля в различные связующие материалы (лакокрасочные, клеевые, водные растворы) и создание экранов электромагнитного излучения различных конструкций (плоские, многослойные, с геометрическими неоднородностями).

## **ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ ГНСС С ПРОВОЛОЧНЫМИ ТРЕХМЕРНЫМИ ЭКРАНАМИ РЕЗОНАНСНОГО ТИПА**

А.С. Абукраа, М.А. Вилькоцкий

Известным и широкопризнанным средством борьбы с помехами и многолучевым распространением в глобальных навигационных спутниковых системах (ГНСС) является использование адаптивных систем. Как правило, базу адаптивной системы составляет антенная решетка и система корреляционной обработки. Главный ее недостаток — высокая стоимость, большие габариты, функциональная ненадежность и низкая надежность в связи с наличием большого числа активных элементов, сложными алгоритмами обработки сигналов.

Более простым и, в некоторых случаях, эффективным средством улучшения характеристик квазиизотропных антенн может быть применение резонансных экранов [1]. Большие проводящие экраны эффективно подавляют параллельную составляющую излучения, но при этом обладают поляризационной анизотропией, которая ухудшает параметры экранирования в касательных к экрану направлениях, которые особенно важны в отношении информационной безопасности. Диэлектрические и поглощающие экраны имеют большие размеры и вес.

Известны конструкции, которые позволяют ослабить поляризационную анизотропию путем применения ребристых и пластинчатых экранов. Показано, что в ряде случаев их применение может эффективно ослаблять излучение в нижней полусфере и касательных направлениях. Тем не менее, такие конструкции слабо изучены.

В докладе обсуждаются результаты численного анализа влияния на характеристики приемных антенн ГНСС объемных экранов резонансного типа. Определены параметры ослабления многолучевых сигналов и помех в системах ГНСС. Обсуждается возможность практического применения экранов для защиты информации в ГНСС.