

6. Fokin G., Volgushev D., Kireev A., Bulanov D., Lavrukhin V. Designing the MIMO SDR-based LPD transceiver for long-range robot control applications // Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2014. 6th International Congress on. IEEE, 2014. pp. 456–461.

7. Фокин Г. А., Лаврухин В. А., Волгушев Д. А., Киреев А. В. Модельно-ориентированное проектирование на основе SDR // Системы управления и информационные технологии. 2015. Т. 60. № 2. С. 94–99.

8. Mashkov G., Borisov E., Fokin G. Experimental validation of multipoint joint processing of range measurements via software-defined radio testbed // 2016 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). IEEE, 2016. pp. 268–273.

9. Глазков Р. В. Анализ существующих методов обнаружения «спящих» сот в сетях LTE // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей. СПбГУТ. СПб., 2014. С. 72–77.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Д.И. Кирик, Т.Ю. Ковалева, Ю.И. Пустарнакова

Моделирование и исследование экранирующих свойств защитных материалов и покрытий является одним из эффективных пассивных методов в проблемы обеспечения электромагнитной совместимости узлов и блоков ВЧ и СВЧ устройств и технических средств передачи информации, повышения их помехоустойчивости.

Ключевые слова: электромагнитные параметры, коэффициент отражения, экранирование электромагнитной совместимости

MODELING AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE SHIELDING PROPERTIES OF PROTECTIVE MATERIALS AND COATINGS

Kirik, D., Kovaleva T., Pustarnakova Y.

Modeling and study of shielding properties of protective materials and coatings is one of the effective passive methods in problems of electromagnetic compatibility of units and blocks RF and microwave devices and technical means of information transmission, improve their noise immunity.

Keywords: electromagnetic parameters, reflection coefficient and shielding electromagnetic compatibility

Внедрение новых, более современных средств обнаружения целей требует привлечения новых защитных материалов и покрытий, обеспечивающих эффективность и экологическую безопасность при функционировании радиоэлектронных систем (РЭС), в том числе технических средств передачи информации (ТСПИ), а также обеспечивающие радиолокационную защиту объектов в широкой полосе частот.

Защитные материалы и покрытия представляют класс радиопоглощающих композиционных материалов (РПМ) и покрытий на их основе (РПП), предназначенных для обеспечения:

- снижения уровня отраженного электромагнитного сигнала в сторону источника излучения, за счет экранирования (поглощения);
- электромагнитной совместимости узлов и блоков ВЧ и СВЧ устройств РЭС и ТСПИ;
- повышения помехоустойчивости элементов и блоков радиоэлектронной техники.

Одним из современных способов передачи информации в технике связи является передача с помощью информационных систем и вычислительных сетей. Работа средств вычислительной техники сопровождается излучением электромагнитных полей ЭМП – побочных электромагнитных излучений ПЭМИ.

Элементы, электрические цепи, тракты, соединительные провода и линии связи любых РЭС и схем постоянно находятся под воздействием электромагнитных полей различного происхождения, индуцирующих или наводящих в них значительные напряжения. Такое электромагнитное влияние на элементы электрической цепи приводит к паразитным связям и наводкам, которые, в свою очередь, могут привести к образованию каналов утечки информации.

Каналы утечки информации в ТСПИ образуются за счет:

- наводок электромагнитных излучений элементов технических систем на соединительные линии и посторонние проводники, выходящие за пределы контролируемой зоны;
- просачивания информационных сигналов в цепи электропитания и заземления;
- внешних наводок (ЭМИ) (навязывание) на элементы систем. Высокочастотные ЭМИ, включая излучение на гармониках, передатчиков ИС, в том числе электронных вычислительных сетей систем связи, модулированные информационным сигналом, могут перехватываться портативными средствами радиоразведки.

Каналы утечки информации могут служить целям несанкционированного сбора информации. В РЭС информация передается в виде сообщений по интерактивным каналам передачи, по каналам связи. Все виды РЭС систем излучают ЭМЭ или находятся под воздействием внешних источников помех.

Для энергетического скрытия объектов от радиолокационного наблюдения его поверхность покрывают РПП, которое обеспечивает поглощение облучающей электромагнитной энергии [1, 2].

Применение экранирующих радиопоглощающих материалов и покрытий – действенный метод в комплексной проблеме обеспечения экологической безопасности и защите объектов от утечки информации по техническим каналам.

Разработка экранирующих материалов и РПП включает моделирование структуры материала, техническую реализацию и внедрение.

Моделирование РПП включает:

- выбор типа моделирования структуры РПП;
- расчет радиофизических параметров;
- изготовление модельных образцов экранирующих покрытий;
- измерение коэффициентов отражения модельных образцов.

В работе представлены метод моделирования, расчета и синтеза защитных покрытий на основе РПМ. Разработанная методика расчета основана на методе геометрической оптики и производится в среде программирования MathCAD 15.

Рассмотрев модель расчета для одного слоя, затем для двух, и так далее, наращивая количество слоев, теоретически возможно вывести формулу для неограниченного числа слоев.

При моделировании и расчете введены следующие допущения:

- нормальное падение ЭМВ на поверхность РПМ;
- плоская граница раздела сред воздух-покрытие;
- среда однородная, изотропная с отличной от нуля проводимостью.

С учетом потерь, при прохождении волной слоя радиопоглощающего покрытия, выражение, по которому производится расчет, имеет вид:

$$R = R_0 + X_0^2 \cdot e^{|i \cdot 2 \cdot k \cdot d|}.$$

Результаты расчета коэффициента отражения в диапазоне длин волн, при заданных значениях реализуемых электромагнитных параметров, с учетом их дисперсии от частоты, и нескольких вариантах толщин РПП представлены на рисунке.

Анализ результатов расчета показал, что увеличение толщины покрытия, при заданных электромагнитных параметрах, не приводит к увеличению уровня поглощения.

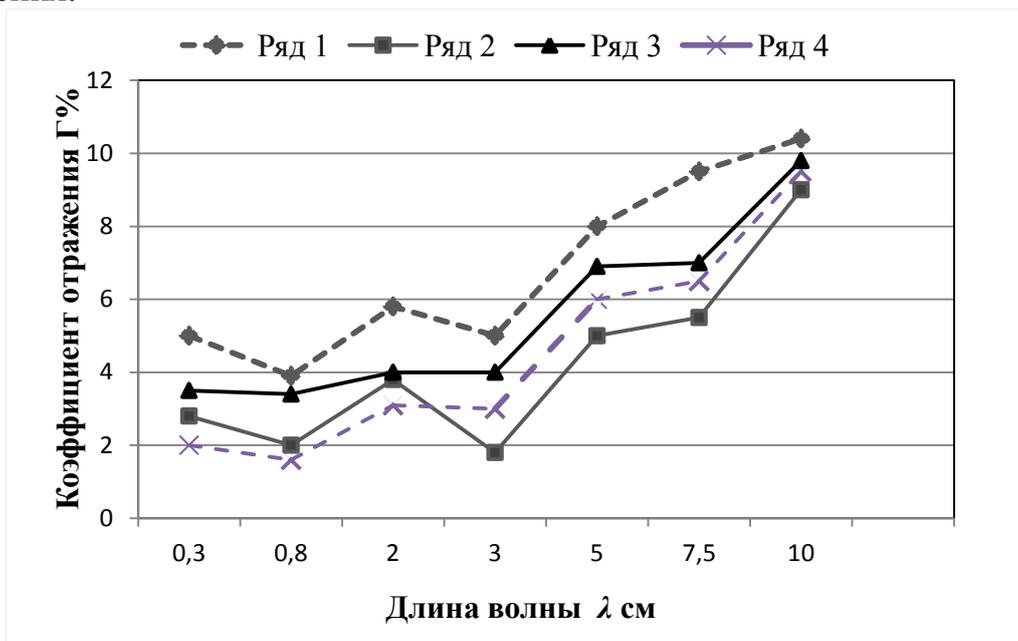


Рисунок. Результаты расчета коэффициента отражения в отдельных точка диапазона длин волн при заданных толщинах: $d = 3,5$ мм – Ряд 1; $d = 3$ мм – Ряд 3; $d = 2,3$ мм – Ряд 4; $d = 1,8$ мм – Ряд 2

Изменяя состав композиционного материала (компонентов и полимерной матрицы), при ограниченной толщине, можно добиться более высокого равномерного уровня поглощения в заданной полосе частот.

В таблице 1 представлены результаты измерений модельных образцов различных магнитных наполнителей в двух типах полимерных матриц.

Измерение коэффициентов отражения (ослабления) электромагнитных волн проводились на комплексе панорамных измерителей КСВН и ослабления: Р2-61 (диапазон частот 8,24–12,05 ГГц), Р2-65 (диапазон частот 25,86–37,75 ГГц), Р2-137/1 (диапазон частот 2,0–18,0 ГГц). Измерения четырех модельных образцов покрытий, показывают высокий уровень поглощения электромагнитной энергии в контрольных точках заявленного широкого частотного диапазона.

ТАБЛИЦА 1. Результаты измерений модельных образцов

№ п/п	Модельные образцы РПП	d, мм	Коэффициент отражения (%), на длинах волн, см				
			0,8	2	3,2	5,6	10,3
1	Ферромагнетик в полимерной матрице ЭД-20	3,5	9,0	12,1	9,1	9,6	10,2
2	Ферромагнетик в полимерной матрице «Экопол»	2,3	7,4	9,5	5,5	6,6	9,8
3	Смешанный ферромагнетик в полимерной матрице ЭД-20	3	8,2	10,0	6,1	9,1	9,8
4	Смешанный ферромагнетик в полимерной матрице «Экопол»	1,8	7,0	8,1	4,7	8,3	9,7

Наиболее сильное поглощение наблюдается у модельных образцов покрытия №2, №4, имеющих наименьшие толщины 2,3 мм и 1,8 мм. Это обусловлено за счет использования низковязкой эластичной полимерной матрицы и различной дисперсности выбранного типа магнитного наполнителя.

Отличительной особенностью модели защитного покрытия является возможность его изготовления и нанесения на поверхности защищаемых объектов, элементы объектов и элементы РЭС различными технологическими способами без изменения радиофизических свойств.

Предлагаемые покрытия позволяют значительно уменьшить каналы утечки информации при нанесении на соединительные провода и на поверхности корпусов и элементов вычислительных сетей, или их защитных укрытий – кофров.

Некоторые результаты измерений электромагнитных излучений по электрической составляющей электромагнитного поля с применением средств измерений и вспомогательного оборудования представлены в таблицах 2 и 3.

В таблице 2 представлены результаты лабораторных исследований экранирования с применением предлагаемого покрытия кабеля VGA и измерений ПЭМИ. В таблице 3 представлены результаты лабораторных измерений электромагнитных излучений ТС с применением экранированного предлагаемым покрытием кофра.

ТАБЛИЦА 2. Результаты лабораторных исследований экранирования кабеля

F , ГГц	Режим вывода информации на монитор		Режим вывода информации на монитор через экранированный кабель		Сравнение сигнала и шума после экранирования	
	$E_{н1}$, дБ (отн. мкВ/м)	$E_{ш1}$, дБ (отн. мкВ/м)	$E_{н2}$, дБ (отн. мкВ/м)	$E_{ш2}$, дБ (отн. мкВ/м)	$E_{н1} / E$	$E_{ш1} / E$
0,5	15,6	10,6	16,3	13,5	0,96	0,79
0,9	13,6	9,1	12	9,9	1,13	0,92
1,0	13,8	10,8	12,9	10,6	1,07	1,02
1,5	16,0	10,15	14,4	10,7	1,13	0,92
2,0	13,6	10,55	12,8	11,1	1,06	0,95
	18,5	10,2	12,8	10,9	1,45	0,94

ТАБЛИЦА 3. Результаты лабораторных измерений ЭМИ ТС с применением экранированного покрытием кофра

F , ГГц	Антенна вплотную к ТС, укрытому кофром		
	Генератор на максимальной мощности		
	Уровень сигнала без кофра, $E_{н1}$, дБ (отн. мкВ/м)	Уровень сигнала в кофре, $E_{н2}$, дБ (отн. мкВ/м)	Сравнение сигнала, $E_{н1} - E_{н2}$, дБ (отн. мкВ/м)
0,5	101,98	82,65	19,33
1,0	101,97	60,65	41,32
1,5	99,71	69,25	30,46
2,0	90,98	60,05	30,93
	Антенна на 3 м от ТС, укрытому кофром		
0,5	79,9	71,1	8,8
1,0	84,6	62,1	22,5
1,5	81,0	62,9	18,1
2,0	71,8	57,2	146

Экранирование кабеля приводит к ослаблению уровня сигнала на частотах свыше 500 МГц и менее значительному ослаблению на более низких частотах. По результатам расчета после экранирования предлагаемым покрытием наблюдается уменьшение размера контролируемой зоны в 2–3 раза.

Результаты измерений электромагнитных излучений ТС с применением экранирования при помощи кофра показали, что в случае расположения измерительной антенны вплотную к стойке с укрываемым ТС (генератором), наблюдается значительное ослабление сигнала во всем диапазоне частот.

Список используемых источников

1. Ковалева Т. Ю., Ермаков А. В., Ковалева А. Г., Андрищенко М. С. Моделирование и синтез радиопоглощающих материалов для защиты наземной военной техники // Актуальные проблемы защиты и безопасности: материалы всерос. научн.-практ. конф. Т. 3. Санкт-Петербург, 2–5 апреля 2012 г. М. : ИД ФГБУ РАРАН, 2012. С. 225–230.

2. Ковалева Т. Ю., Ермаков А. В., Иванов А. В., Ковалева А. Г., Старобинец И. М. Результаты разработки селективных защитных материалов для подвижных объектов военной техники // Актуальные проблемы защиты и безопасности: материалы всерос. научн.-практ. конф. Т. 3. Санкт-Петербург, 5–7 апреля 2014 г. М. : ИД ФГБУ РАРАН, 2014. С. 379–385.

3. Ковалева Т. Ю. Звукорадиопоглощающее покрытие. Пат. 132923 Российская Федерация; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича». – 2013107890/08; заявл. 21.02.2013; опубл. 27.09.2013.

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ АНАЛИЗА ТРАФИКА

Р.В. Киричек, А.А. Кулешов, А.Е. Кучерявый

С увеличением популярности беспилотных летающих аппаратов (БПЛА) и их доступности в 2014–2015 гг. значительно возросло число аварий и столкновений с препятствиями. В связи с этим, в 2015 г. в Российской Федерации, а также ряде других стран были приняты законы, регулирующие правила пилотирования и полетов БПЛА. Одним из основных положений данных законов явилась обязательная регистрация всех БПЛА тяжелее 250 граммов. В связи с появлением нормативно-правовой базы относительно БПЛА остро встает вопрос о незаконной эксплуатации незарегистрированных БПЛА лицами, не имеющих разрешения на выполнение полетов. Решением сложившейся ситуации является разработка аппаратуры, которая позволит зафиксировать факт запуска БПЛА, его координаты и координаты оператора, а также экстренно совершить посадку такого БПЛА. В статье предложен метод и алгоритм по обнаружению БПЛА и сопутствующих параметров полета на основе анализа сетевого трафика, перехваченного в радиоэфире.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, обнаружение, трафик, кадр, анализ, перехват

METHODS FOR DETECTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES BASED ON THE ANALYSIS OF NETWORK TRAFFIC

Kirichek R., Kuleshov A., Koucheryavy A.

With the increasing popularity of unmanned aerial vehicles (UAVs), and their availability in 2014-2015 significantly increased the number of accidents and collisions with obstacles. In this regard, in 2015 in the Russian Federation, as well as other countries the laws governing piloting rules and UAV flights were adopted. One of the main provisions of these laws was the mandatory registration of all UAV 250 grams heavier. In connection with the advent of the regulatory framework regarding the UAV sharply raises the question of the illegal exploitation of undocumented UAV persons who do not have permission to perform the flight. Decision of the situation is to develop equipment that will allow to fix the fact launch the UAV, its coordinates and the coordinates of the operator, as well as an emergency landing of the UAV. This paper proposes a method and an algorithm for the detection of UAVs and associated flight parameters based on the analysis of network traffic, intercepted the radio.

Key words: Unmanned aerial vehicle, detection, traffic, frame analysis, interception.