

схемы и затем выполняется автоматическая трассировка, т.е. в среде САПР DCS\_Electric создается специальный файл конфигурации для будущей прошивки ПАИС.

Эта конфигурационная последовательность может быть использована в режиме отладки с возможностью многократного перепрограммирования, или в режиме финальной конфигурации с записью в энергонезависимую память. В последнем случае микросхема ПАИС будет выполнять свои функции после включения питания.

Таким образом, использование ПАИС 5400ТР035 позволяет не только заменить существенную часть микросхем обработки аналоговых сигналов, но и сократить временные и аппаратные затраты при создании специализированных устройств.

#### Список использованных источников

1. Эннс В.В., Кобзев Ю.М., Корепанов И.В. Программируемая аналоговая микросхема Компас-1 (5400тр035) – основные характеристики и особенности применения. [Текст] / В.В.Эннс, Ю.М.Кобзев, И.В.Корепанов // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. -2019 -№ 7. С.135-139.

УДК 621.398

## **РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ В АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ**

**С.А. Маркелов**

«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

Резко возросшая в последнее время активность решения задач реконструкции и ремонта автомобильных дорог повлекла за собой и острую необходимость мониторинга дорожных конструкций. С технической точки зрения автомобильные дороги представляют собой слоистую структуру из материалов различной плотности и, следовательно, различной диэлектрической проницаемостью, изменяющейся по вертикали. Поэтому решение задач мониторинга с использованием радиоволновых методов сталкивается с эффектами распространения волн в анизотропной среде.

Будем считать, что в описанной анизотропной среде расположен эллипсоид с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon \geq 10$  и проводимостью  $\sigma \geq 0.3$  См/м. На эллипсоид, существенно удаленный от границы раздела «воздух-асфальт», из воздуха падает плоская электромагнитная волна в направлении на эллипсоид. Разместим начало декартовой системы координат в точке пересечения осей эллипсоида, а рассеянное эллипсоидом поле будем фиксировать приемной антенной, расположенной в точке с радиус-вектором **R**, находящимся в воздушном полупространстве.

Описанная ситуация является типичной для задач мониторинга дорожных конструкций радиоволновыми средствами, однако для его эффективного выполнения требуются дорогое программное обеспечение и значительные объёмы памяти. Положение существенно облегчается, если предварительно решить задачу рассеяния плоской волны на ряде заранее заданных эллипсоидов и, тем самым, обеднить класс идентифицируемых объектов.

Радиоволновая идентификация подразумевает процесс сравнения принятого сигнала, рассеянного неоднородностью, с реперной импульсной характеристикой при облучении неоднородности сверхкоротким импульсом. Для этого необходимо формирование базы данных, в которых содержатся импульсные характеристики различных неоднородностей и структур материальных сред, созданных на основе численного моделирования полей, рассеянных неоднородностями. Построению таких моделей и посвящена данная работа, в которой для упрощения предварительных исследований предлагается отображать реальное анизотропное пространство на вспомогательное плоское однородное пространство.

Отображение достигается за счет дополнительной деформации исходного анизотропного пространства с координатным базисом  $\{x, y, z\}$ , в результате чего мы получаем изотропное пространство с базисом  $\{u, v, w\}$ . Отображение осуществляется при выполнении следующих соотношений:

$$u = x; \tag{1}$$

$$v = y; \tag{2}$$

$$w = \left[ \int_0^z \frac{dz}{\sqrt{\varepsilon(z)}} , \text{ если } Z \leq Z_0; \quad W_0 * Z/Z_0, \text{ если } Z \geq Z_0 \right], \tag{3}$$

$$W_0 = w(Z_0); \tag{4}$$

$Z_0$  – расстояние от начала координат  $\{x, y, z\}$  до границы раздела «асфальт-воздух» по вертикали (5)

В результате отображения (1-5) получаем классическую задачу рассеяния электромагнитных волн на неоднородности в изотропном пространстве. Решение этой задачи и искомое решение задачи о рассеянии поля в анизотропном пространстве связаны системой инвариантов [1,2]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial f_{ik}}{\partial x_n} &= 0 \\ \frac{\partial F_{ik}}{\partial x_m} + \frac{\partial F_{km}}{\partial x_i} + \frac{\partial F_{mi}}{\partial x_k} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

где тензор индукции:

$$f_{ik} = (\overline{H}, -j\overline{D}) = \frac{1}{\mu_0} R_0 t_{ik} \widehat{\Phi}$$

тензор напряженности:  $F_{ik} = (c\overline{B}, -j\overline{E}) = cR_0 t_{ik} \widehat{\Phi}$

$\widehat{\Phi}$  - 4-вектор потенциала с составляющими

$$\Phi_i = (A_1, A_2, A_3, j\frac{\varphi}{c})$$

$A_i$  - векторный потенциал,

$\varphi$  - потенциал.

Поскольку классические инварианты давно определены, можно обратным преобразованием выразить инварианты в базисе  $\{x, y, z\}$ , а значит, найти искомое поле рассеяния в анизотропном пространстве, решив поставленную выше задачу.

Список использованных источников

1.А. Дж. Мак Коннел Введение в тензорный анализ /А. Дж. Мак Коннел – М., Физматгиз, 1963 г.

2.Маркелов С.А., Тензорный анализ электромагнитной обстановки /в сб. материалов Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций» Самара, 13-15 мая 2015

УДК 621.396; 681.3.06

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.С. Капустин, А.Д. Шипуля

«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

**Ключевые слова:** передача, прием, информация, модуль, алгоритм.

При разработке систем передачи информации важным этапом является процесс выбора и проверка результатов работы разрабатываемого