

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН ВНУТРИ ЗДАНИЙ

Е.А. Пухов, А.Ф. Королев, П.Н. Захаров
*Физический факультет МГУ им. Ломоносова
Кафедра фотоники и физики микроволн*

Целью данной работы являлось развитие методов и построение программно-аппаратных средств для решения обратной задачи распространения радиоволн в зданиях – определения свойств источника радиосигнала и его координат по известной картине электромагнитного поля, создаваемого источником.

Решение обратной задачи распространения радиоволн в зданиях актуально для следующих практических применений:

1. Повышение эффективности и скорости беспроводных компьютерных сетей за счет реализации принципа разнесенного приема ММО [1]
2. Создание сверхширокополосных радаров ближнего действия [2]
3. Локализация источников электромагнитного излучения [3]
4. Задачи изучения электромагнитной совместимости и сертификации [4]
5. Создание систем безопасности по принципу «контроля объема» помещений

Разработанный аппаратный комплекс состоит из следующих частей: многоканальный высокоскоростной АЦП, подключенный к ПК обработки результатов, управляемый антенный коммутатор с аналоговым трактом, набор широкополосных антенн. В качестве тестового передатчика в экспериментах использовался векторный генератор сигналов. Рабочая полоса комплекса составляет 300 – 3000 МГц (ограничена полосой антенн, другие компоненты рассчитаны на рабочий диапазон 100 – 10000 МГц).

В основу функционирования экспериментального ПАК входит принцип синхронного разнесенного приема, при котором сигналы принимаются попарно на различных антеннах в один и тот же момент времени. Основными детектируемыми параметрами являются взаимно-корреляционные функции сигналов на антеннах, профили временного рассеяния.

Основные программные методы обработки и анализа, использованные в комплексе:

1. Дискретные фильтры с конечной импульсной характеристикой
2. Параметрические и непараметрические спектральные методы
3. Методы усреднения с «окном»
4. Корреляционный анализ
5. Другие статистические методы

Определение координат источника ЭМ излучения предполагает отсутствие априорной информации о передаваемом сигнале: его полосе, мощности передатчика, виде модуляции, поэтому при анализе были использованы методы, основанные на статистических и детерминированных моделях распространения радиоволн. Детерминированные модели используют геометрическое и электрофизическое описание изучаемой среды распространения радиоволн. Они являются наиболее точными, однако требуют вычислительно трудоемких расчетов.

Использованные статистические методы были основаны на модификации изотропной модели распространения радиоволн [6]: варьировании показателя затухания и введении функции статистических ошибок в зависимости от характеристик среды распространения:

$$L(d)[дБ] = L(d_0) + 10n \log_{10}(d / d_0),$$

где $L(d_0)$ – затухание вдоль линии прямой видимости на расстоянии d_0 , n – коэффициент пространственного затухания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.А. Дудов, П.Н. Захаров, А.В. Козарь и др «Физико-технические принципы построения комплексов радиомониторинга» Монография. М.:МАКС пресс , 2012
2. P.N.Zakharov, A.F. Korolev « Deterministic Method of Information Transmission Channel Prediction in Multipath Environments» IEEE Trans. On Antennas and propagation, vol. 53 p.128-134
3. P.N. Zakharov, E.V. Mikhailov, A.A Potapov «Comparative Analysis of Day tracing, Finite Integration Technique and Empirical Models using Ultra-Detailed Indoor Environment Model and Measurements». IEEE Trans. On Antennas and propagation, vol. 54 p.65-73
4. А.П. Сухоруков, А.К. Бабушкин, Е.А. Пухов и др. «Распространение радиоволн в обитаемых средах: физические, информационные и экологические аспекты» журнал Радиотехника РАН №5 2009
5. Е.А. Пухов, Р.А. Дудов, П.Н. Захаров «Возможности систем геопро пространственного моделирования в задачах прогнозирования распространения радиоволн и электромагнитной экологии» 3я всероссийская конференция Радиолокация и связь. 2009
6. Бернард Скляр «Цифровая Связь» Москва: «Вильямс», 2003