

## Расчет зон электромагнитного облучения от произвольного количества апертурных источников излучения

**А.С.Рошаль**

*Ведущий программист ООО "ПроектИнКом", г. Ростов-на-Дону*

В последние годы резко увеличилось количество разнообразных источников электромагнитных полей во всем частотном диапазоне. Это и системы сотовой связи, системы мобильной радиосвязи, станции спутниковой связи, телевидение, радиовещательные станции и многое другое.

Именно поэтому были введены санитарные правила и нормы (СПН)[1], устанавливающие предельно допустимые уровни электромагнитных излучений, а так же регламентирующие методики их расчета.

Передающее радиоэлектронное средство является источником электромагнитного излучения радиочастотного диапазона, на который распространяются требования СПН в части воздействия электромагнитных излучений на: персонал, работающий в здании, где расположены радиоэлектронные средства (РЭС); персонал, непосредственно обслуживающий РЭС; население, проживающее вблизи мест размещения РЭС[2].

Данные требования показали необходимость реализации программного модуля расчета[4,6], который бы позволял бы решать следующие задачи:

- расчет при изменении условий размещения, характеристик или режимов работы технических средств действующего РЭС (изменение расположения антенн, высот их установки, направлений излучения, мощности излучения, схемы антенно-фидерного тракта, застройки прилегающих территорий и т. п.);
- расчет в случае отсутствия материалов расчетного прогнозирования электромагнитной обстановки;
- расчет при сдаче РЭС в эксплуатацию (при внесении изменений в проект относительно его первоначального варианта, для которого осуществлялось расчетное прогнозирование).

Передающая часть любого радиосредства имеет антенну - устройство преобразования энергии, вырабатываемой радиопередатчиком, в энергию свободно распространяющихся радиоволн. Наиболее распространенными на практике в рассматриваемом диапазоне частот являются антенны с поверхностными токами (апертурные антенны), имеющие раскрыт или апертуру – поверхность через которую в основном излучается электромагнитная энергия. При этом используются зеркала в виде параболоида вращения, несимметричные вырезки из параболоида вращения, а также параболические цилиндры. Зеркальные антенны содержат зеркало с соответствующей формой плоской апертуры и облучатель. Рупорно-параболическая антенна - это единая конструкция в виде двух совмещенных элементов: рупора и несимметричной вырезки из параболоида вращения. Перископическая антенная система имеет три основных элемента: первичный облучатель (как правило, рупорный), нижнее зеркало и верхнее зеркало. Рупорная антенна состоит из отрезка волновода постоянного сечения и собственно рупора, представляющего собой волновод с плавно увеличивающимся сечением. Антенна типа параболический цилиндр - это апертурная антенна с рефлектором в виде параболического цилиндра и линейным источником возбуждения.

Основными данными, необходимыми для расчета электромагнитной обстановки вблизи радиосредства, являются: мощность передатчика, рабочая частота (длина волны), коэффициент направленного действия антенны в зависимости от угла места и азимута, пространственное положение и геометрические размеры излучающих элементов.

Учет различных типов антенн является важной частью методики расчета интенсивности воздействия радиоэлектронных средств. С помощью сформулированных расчетных соотношений[1-3,5] для антенн апертурного типа был

разработан модуль расчета и оценки предельно допустимой суммарной интенсивности воздействия (СИВ), зон ограничения (ЗО) и санитарно-защитных зон (СЗЗ).

Разработка модуля расчета ЗО и СЗЗ проведена в соответствии с Методическими указаниями Минздрава России [1-3]. В программном комплексе реализованы несколько видов расчета СИВ:

Радиальный расчет вдоль выбранного азимута на нескольких заданных высотах

Расчет по высоте – значения СИВ в выбранной по азимуту вертикальной плоскости;

Зональный расчет – значения СИВ в выбранной по высоте вертикальной плоскости с наложением на карту;

Трехмерный расчет с визуализацией в трехмерном пространстве

Впоследствии были проведены контрольные расчеты и сравнение их с экспериментальными данными. Экспериментальные данные получены из Роспотребнадзора. Погрешность вычислений СИВ не превысила  $\pm 0,2$ .

### Литература

1. Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц. Методические указания МУК 4.3.1167-02. / А.Л. Бузов, Ю.И. Кольчугин, В.П. Кубанов, В.А. Романов, Ю.М. Сподобаев, Д.В. Филиппов, В.В. Юдин.- М.: Минздрав России, 2002, стр. 1-79.
2. Бузов А.Л. Электромагнитная экология. Основные понятия и нормативная база. Учебное пособие. / А.Л. Бузов, Ю.М. Сподобаев, Л.С. Казанский, В.А. Романов - М.: Радио и связь, 2004, стр. 1-99.
3. Гигиеническая оценка электромагнитных полей, создаваемых радиостанциями сухопутной подвижной связи, включая абонентские терминалы спутниковой связи. Методические указания МУК 4.3.1676-03. / А.Л. Бузов, С.Н. Елисеев, Л.С. Казанский, Ю.И. Кольчугин, В.А. Романов, М.Ю. Сподобаев, Д.В. Филиппов, В.В. Юдин.- М.: Минздрав России, 2003, стр. 1-11.
4. Холингворт Дж., Borland C++ Builder 6. Руководство разработчика. / Дж. Холингворт, Б. Сворт.- М.: Вильямс, 2004
5. Айзенберг Г.З. Антенны УКВ, ч.1, 2 / Г.З. Айзенберг и др.- М.: Связь, 1977
6. Сайт <http://proincom.biz/>, программный комплекс «ПОЭМА»