

Применение метода физической оптики при расчётах зеркальных параболических антенн

В настоящее время актуальной проблемой является анализ и расчет характеристик излучения зеркальных антенн с большими габаритами с помощью прикладных специализированных программ, которые используют приближенные методы.

Как известно зеркальные антенны используются в спутниковой связи и радиоастрономии, но их размеры доходят до сотни метров, это означает, что их электрические размеры, могут составлять до сотни длин волн. Поэтому при расчете таких больших конструкций электродинамическими методами потребовалось бы огромное количество вычислительных затрат[1]. Для решения этой проблемы используют приближенные методы, геометрическая теория дифракции, методы геометрической оптики, а так же методы физической оптики и физической теории дифракции[2].

Самый популярный метод – это метод физической оптики, так как он является более эффективным и точным и дает аппроксимацию поверхностного электрического тока для идеально проводящих рефлекторов. Математически его можно описать как:

$$\vec{j}^a = 2 [\vec{H}, \vec{n}] \quad (1)$$

где \vec{n} – вектор нормали для каждой точки поверхности рефлектора; \vec{H} – вектор магнитного поля, создаваемого в данной точке первичным облучателем; \vec{j}^a – поверхностный электрический ток на металлическом рефлекторе.

Следующим шагом является нахождение по известному электрическому току излучение зеркальной антенны (вторичное поле)[1]. Расчет вторичного поле сводиться к вычислению двумерных интегралов Фурье от поверхностного электрического тока. В отличие от электродинамических методов решения, которых сводиться к системе уравнения Максвелла метод физической оптики не требует решения системы линейных алгебраических уравнений.

При анализе и проектирование зеркальных антенн прибегают к использованию программ созданных для выполнения конкретных поставленных задач. Программный пакет GRASP компании TICRA[3], коммерческая специализированная программа для предоставления стандарта точного моделирование антенн. Mirror[4] программа аналогичная GRASP но имеет более высокую скорость расчета, что позволяет просчитать большее количество вариантов на этапе эскизного проектирования. Более отличительная из них FEKO[5], которая может эффективно рассчитать зеркальную антенну одна из мощнейших САПР СВЧ программ. Эта универсальная программа позволит проектировать, создавать и оптимизировать разного рода излучающие конструкции. В этих программах и используется метод физической оптики, но даже при использовании современных САПР СВЧ систем стоит отметить, что время расчета в некоторых случаях будет продолжительным.

Так как этих программ нет в свободном доступе, а приобретение напрямую у разработчиков стоит не дешево. Использование студентами для обучения и получения практических навыков моделирования СВЧ конструкций является проблематичным.

Литература

1. Vaars J. The Paraboloidal Reflector Antenna in Radio Astronomy and Communication. Springer. 2007.
2. Хенл Х., Мауэ А., Вестпфаль К. Теория дифракции. мир. 1964.
3. www.ticra.com.
4. Программа «Mirror» (авторы – разработчики: Чадов С.Е., Кондратьев А.С., Лаврецкий Е.И. Особое конструкторское бюро МЭИ). www.kiasystems.ru.
5. www.feko.com.