

УДК 621.396.67

МАЛОГАБАРИТНЫЕ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУР

Кислякова А.В., Козлова Е.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Маркелов С.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С.П. Королева

Разработка малогабаритных антенн всегда была одной из генеральных линий развития радиотехники. Это объясняется тем, что такие антенны используются, как правило, для решения жизненно важных задач, например, в медицине при размещении излучателей в организме человека (при решении задач гипертермии, мониторинга и пр.).

Существенное снижение размеров антенн возможно либо за счет увеличения магнитной или диэлектрической проницаемости среды (ферритовая антенна), либо за счет создания топологически сложных антенн (фрактальные антенны). В последнем случае усложнение топологии приводит к тому, что в формировании поля излучения существенную роль начинают играть производные более высоких порядков. Так, например, электрическое поле простой рамочной антенны радиуса R с током I описывается соотношением

$$E = \left(3,14 \cdot \frac{R^2}{r^2 \cdot c^3} \right) \cdot \left(c \overset{*}{I} + r \overset{**}{I} \right) \cdot \sin \theta.$$

В то же время для топологически сложной антенны – рамочной антенны из двукратно скрученного с радиусами кривизны R_T и R_S провода (так называемого “супертора”) электрическое поле описывается соотношением

$$E = \left(0,25 \frac{1}{c^2} \right) \cdot (N_S \cdot R_S \cdot N_T \cdot R_T) \cdot \left(3,14 \cdot \frac{R^2}{r^2 \cdot c^3} \right) \cdot \left(c \overset{***}{I} + r \overset{****}{I} \right) \cdot \sin \theta.$$

В этих формулах звездочками над символом тока антенны обозначены производные от тока по времени.

В данной работе проводится исследование поля излучения супертора с целью нахождения его сопротивления излучения, входного сопротивления, диаграммы направленности и других характеристик этой антенны и строится пригодная в инженерной практике методика расчета супертороидальной антенны. Анализ проводится на основе фрактального представления, причем в качестве преобразований подобия используются не только масштабные преобразования, но и вращения на фиксированный угол, что упрощает описание топологии антенны при переходе с одного уровня подобия (например, витка с током) к другому уровню (например, витка из самозамыкающегося соленоида). Полученные соотношения подкреплены результатами модельных экспериментов.