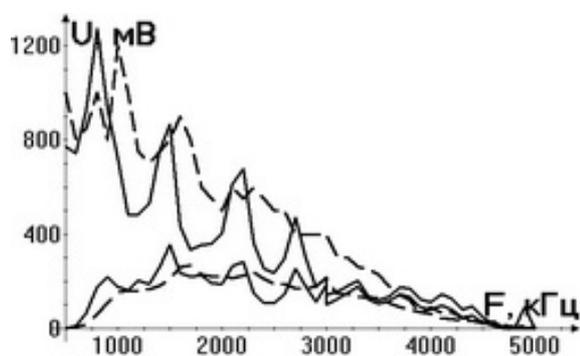


## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАМАТЕРИАЛА

Резинкина К. О.<sup>1</sup>, Муратов С. С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ХНУ им. В.Н.Каразина, Харьков; <sup>2</sup>НТУ «ХПИ», Харьков

В настоящее время большое внимание уделяется созданию и использованию так называемых метаматериалов – композитных материалов с отрицательными электрической и магнитной проницаемостями [1]. У таких материалов векторы напряженности электрического и магнитного полей и волновой вектор образуют левую тройку, что приводит к интересным следствиям, таким как отрицательное значение групповой скорости в леворукой среде и обратное лучепреломление на границе раздела «правого» и «левого» вещества. Такие материалы реализуются в виде композитов, включающих упорядоченные проводящие структуры различной формы. Эффективные  $\epsilon$  и  $\mu$  таких композитов в некотором диапазоне частот, являющихся для данной структуры резонансными, оказываются отрицательными. В зависимости от размеров проводящих структур, можно добиться отрицательного лучепреломления для различных длин волн, в том



числе – для видимого света. Материалы с отрицательными  $\epsilon$  и  $\mu$  можно моделировать при помощи искусственных L-C линий. В фильтре нижних частот свойства L и C эквивалентны положительным магнитной и диэлектрической проницаемостям праворукой среды. Материал с отрицательными значениями  $\epsilon$  и  $\mu$

моделируется аналогичной линией, емкости и индуктивности в которой переставлены местами. Таким образом, границу раздела право- и леворукой сред можно моделировать, последовательно соединив между собой L-C фильтры нижних и верхних частот. Проведено численное и физическое моделирование прохождения волны из праворукой среды в леворукую. Численное моделирование выполнено при помощи пакета Micro-cap. Физическая модель собрана из конденсаторов  $C_l=C_r=10$  нФ и дросселей  $L_l=470$  нГн,  $L_r=2$  мкГн (индекс  $l$  относится к левой среде,  $r$  – к правой). Число звеньев каждой из линий – 10. Измерения проводились в диапазоне частот от 0,5 до 5 МГц. Результаты исследования представлены на рисунке: физическое моделирование – пунктирной линией, численное – сплошной. Верхние кривые соответствуют напряжениям на границе раздела сред, нижние – на выходе из леворукой среды.

1. Веселаго В.Г. УФН. 1967. Т. 92, № 3. С. 517-526.