

5. Borodulin, V.I. CORE: Compendium of Relations: Version 2.1/ V.I. Borodulin, R.N. Rogalyov, S.R. Slabospitsky // CORE. [Electronic resource]. Mode of access: <http://arxiv.org/pdf/hep-ph/9507456v1>– Date of access: 03.03.2017.

А. Ю. Кравченко (УО «ГГУ имени Ф. Скорины», Гомель)
Науч. рук. **И. В. Семченко**, д-р физ.-мат. наук, профессор

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУВИТКОВЫХ ФРАГМЕНТОВ ДВОЙНОЙ ДНК-ПОДОБНОЙ СПИРАЛИ И СТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ

С развитием компьютерных технологий появилась возможность моделировать структуры с заданными свойствами. Одной из программ, в которых можно производить моделирование, является HFSS. Она предназначена для анализа трехмерных СВЧ структур, в том числе антенн и невзаимных устройств, содержащих ферриты. Электродинамическое моделирование в HFSS основано на использовании метода конечных элементов. Решение граничной задачи ищется в частотной области. Использование метода конечных элементов обеспечивает высокую степень универсальности численных алгоритмов.

Целью данной работы является моделирование полувитковой двойной ДНК-подобной спирали, которая обеспечивает преобразование падающей плоско поляризованной волны в циркулярно поляризованную, и, в дальнейшем, использование данной спирали для моделирования покрытия с минимальным коэффициентом отражения.

Рассматриваемый фрагмент ДНК-подобной спирали имеет следующие параметры (рисунок 1): $N_B = \frac{1}{2}$, $L = 0,04954$ м, $r_0 = 0.1941 \cdot 10^{-3}$ м, $\alpha = 27.22^\circ$, $r = 14.023 \cdot 10^{-3}$ м, $h = 45.32 \cdot 10^{-3}$ м, где N_B – число витков спирали, L – длина спирали в выпрямленном состоянии, r_0 – радиус сечения проволоки, из которой изготовлена спираль, α – угол подъема спирали относительно плоскости, перпендикулярной оси спирали, r – радиус витка, h – шаг спирали.

Спираль возбуждается плоской электромагнитной волной. Волновой вектор направлен против оси OX, а вектор напряженности направлен вдоль оси OZ (рисунок 2).

На рисунке 3 представлен график зависимости коэффициента эллиптичности излучаемой волны от частоты. Из данного рисунка видно, что при падении плоско поляризованной волны на данную структуру в направлении, обратном оси OX, происходит формирование

циркулярно поляризованной волны в направлении OY . Коэффициент эллиптичности равен 0.9929.

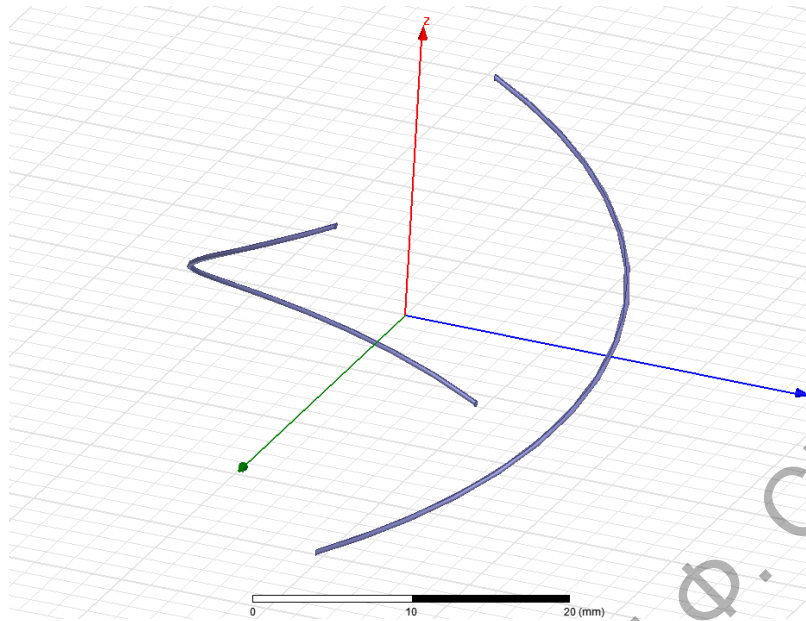


Рисунок 1 – Фрагмент ДНК-подобной спирали

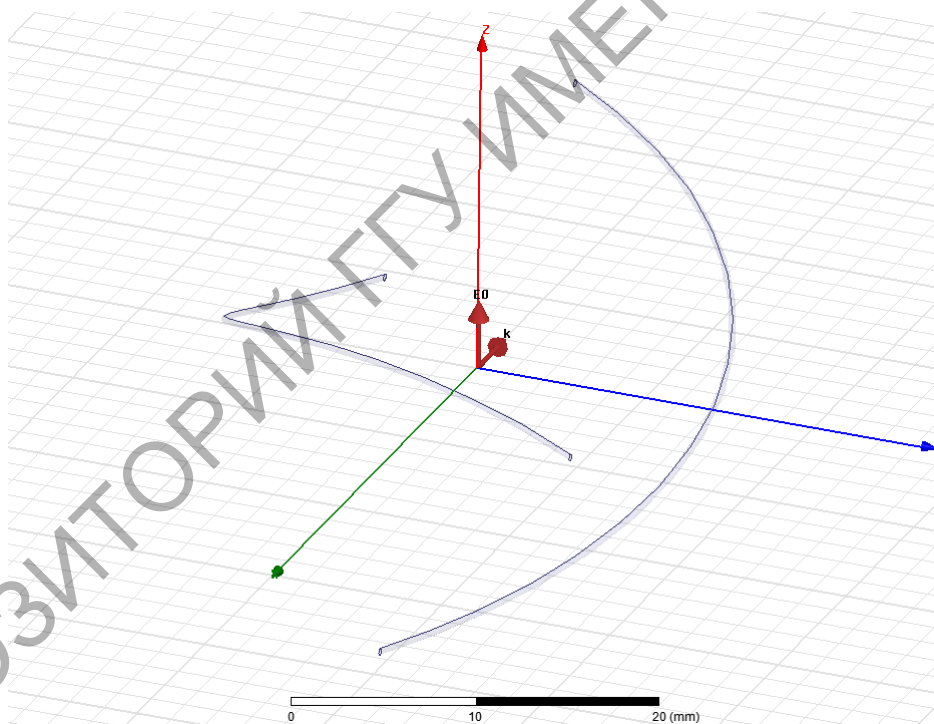


Рисунок 2 – Направление волнового вектора и вектора напряжённости падающей волны

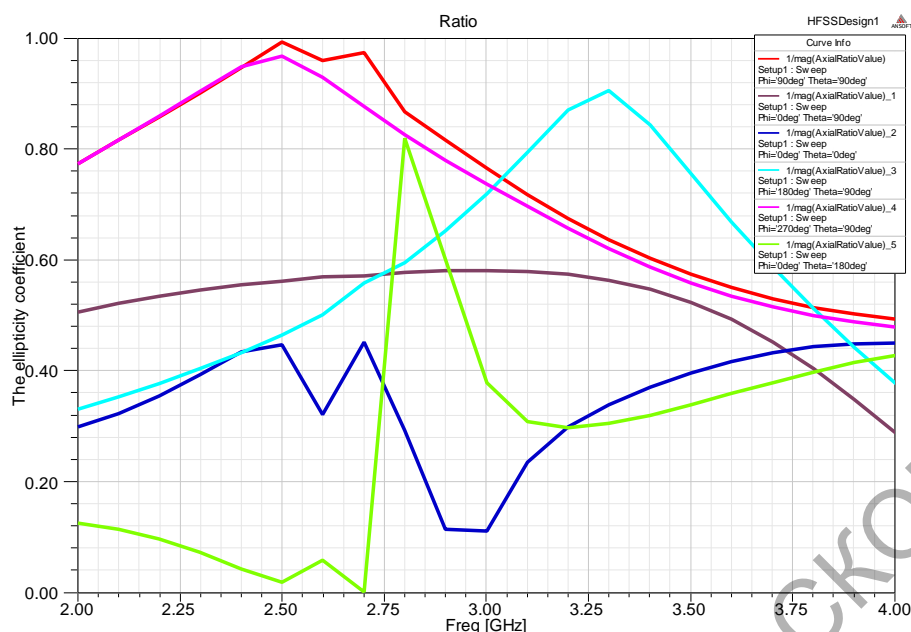


Рисунок 3 – График зависимости коэффициента эллиптичности для волн, излучаемых в направлении различных осей координат

На основании полученных данных для одного фрагмента ДНК-подобной спирали была смоделирована элементарная ячейка, состоящая из комбинации блоков правозакрученных и левозакрученных двойных ДНК-подобных спиралей (рисунок 4).

Структуры сделаны из нихрома и располагаются на пенопластовой подложке. Для данной структуры были найдены значения коэффициента поглощения, коэффициента прохождения и коэффициента отражения.

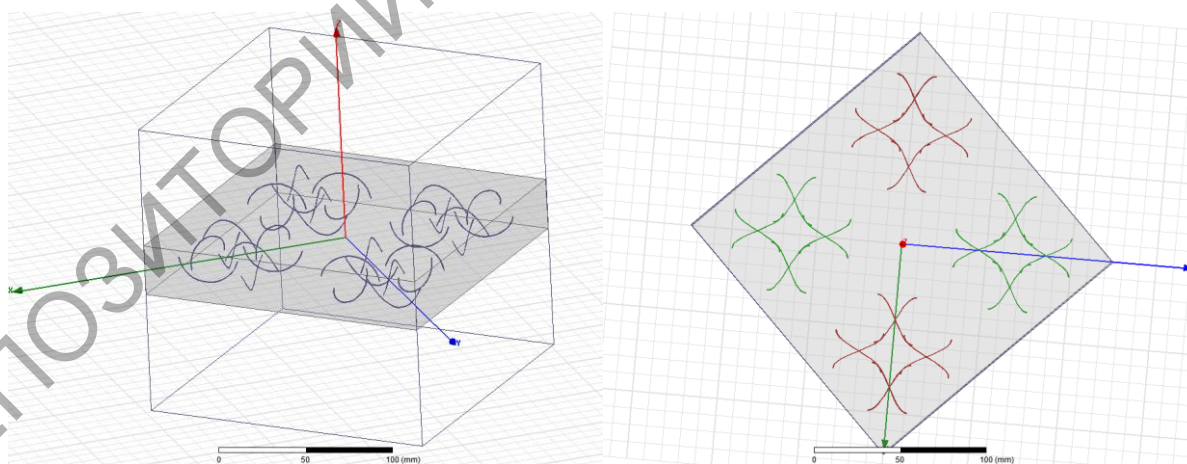


Рисунок 4 – Элементарная ячейка, состоящая из блоков правозакрученных и левозакрученных ДНК-подобных спиралей

Структура элементарной ячейки имеет следующие параметры:

$$D = 92.1 \cdot 10^{-3} \text{ м}, d = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

где D – расстояние между центрами блоков спиралей, d – расстояние от центра блока до оси спирали, то есть до центра спирали.

На рисунке 5 представлены зависимости коэффициента поглощения, коэффициента прохождения и коэффициента отражения от частоты. Из этого рисунка видно, что на частоте 2.6 ГГц, которая близка к резонансной частоте, наблюдается значительное поглощение СВЧ волн, при этом коэффициент поглощения достигает 0,5333. Это приводит к существенному уменьшению коэффициента прохождения до 0,3384.

В то же время коэффициент отражения является низким не только вблизи резонанса, но и в широком диапазоне частот, и не превышает 0,0820. Следовательно, рассмотренная структура на основе полувитковых фрагментов двойной ДНК-подобной спирали является поглощающей и слабо отражающей. Это свойство может быть использовано при создании «совершенных» поглотителей СВЧ волн.

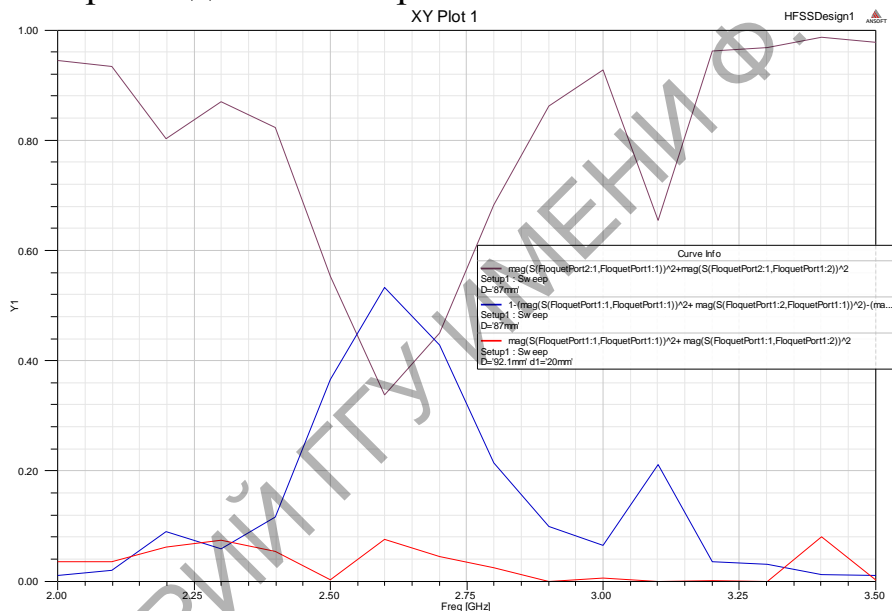


Рисунок 5 – График зависимости коэффициентов поглощения, отражения и прохождения для поглощающей слабо отражающей структуры на основе ДНК-подобных спиралей

Литература

1. Investigation of electromagnetic properties of a high absorptive, weakly reflective metamaterial-substrate system with compensated chirality / I.V. Semchenko, S.A. Khakhomov, V.S. Asadchy, S.V. Golod, E.V. Naumova, V.Ya. Prinz, A.M. Goncharenko, G.V. Sinitsyn, A.V. Lyakhnovich, V.L. Malevich – Journal of Applied Physics. – 2017. – Vol. 121. – P. 015108-1 – 015108-8.

2. Ландау, Л.Д. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М. : Наука, 1988. – Т. 2. – 512 с.