

Дискретная дифракция и рефракция спиновых волн в массиве связанных магнитных волноводов

А. А. Грачев,* А. В. Садовников,† Е. Н. Бегинин‡
 Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского,
 факультет нелинейных процессов, кафедра физики открытых систем
 Россия, 410012, Саратов, ул. Астраханская, д. 83

В данной работе проведено исследование процессов дискретной дифракции поверхностных и обратных объёмных СВ в системе латерально связанных ферритовых волноводов численными методами и методом Манделъштам–Бриллюэновской спектроскопии.

PACS: 75.30.Ds, 75.50.Bb, 75.78.Cd, 75.78.Jp.

УДК: 537.613:537.622.4:537.621.4:537.876:530.182

Ключевые слова: спиновая волна, ответвитель, связанные структуры.

Системы латерально связанных волноведущих структур на основе тонких пленок железо-иттриевого граната (ЖИГ) могут быть использованы как базовые элементы для создания различных устройств функциональной магнитоэлектроники: волноводов, интерферометров, мультиплексоров, фильтров и ответвителей [1]. Перестройка рабочих частот таких устройств внешним магнитным полем и путем изменения коэффициента связи между ферритовыми волноводами, разнообразие типов дисперсии и характера связи распространяющихся спиновых волн (СВ), проявление различных нелинейных эффектов (солитонное распространение волн, автомодуляция) позволяют изменять их характеристики и режимы работы в широких пределах.

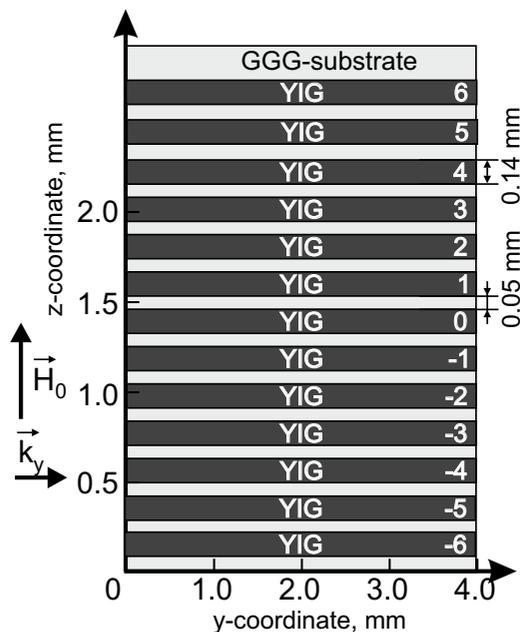


Рис. 1: Схема рассматриваемой структуры

В данной работе проведено исследование про-

цессов дискретной дифракции поверхностных и обратных объёмных СВ в системе латерально связанных ферритовых волноводов численными методами и методом Манделъштам–Бриллюэновской спектроскопии [2]. Схематически структура представлена на рис. 1:

Численное моделирование производилось на анализе решений дискретного нелинейного уравнения Шрёдингера (ДНУШ):

$$i \frac{dA_n}{dz} + \beta A_n + C(A_{n-1} + A_{n+1}) + \gamma |A_n|^2 A_n = 0$$

Показано, что полученные дифракционные картины существенным образом зависят от частоты и амплитуды входного сигнала, возбуждаемого в волноводах с $n = -2, -1, 0, 1, 2$. Видно, что с ростом частоты увеличивается длина перекачки в волноводах и, следовательно, режим дифракции сменяется на рефракцию пучка магнитоэлектронных волн (МСВ) и далее наблюдается режим, когда пучок идёт одновременно по пяти волноводам (рис. 2). Также видно, что при увеличении амплитуды входного сигнала на динамику распространения спиновых волн начинает влиять нелинейность, приводящая к формированию дискретного солитона в такой структуре.

Методом конечных элементов и конечных разностей во временной области проведен расчет электродинамических характеристик, определен спектр и построены распределения полей и дисперсионные характеристики волноводных мод такой структуры при возбуждении в ней поверхностной СВ. Результаты численного моделирования находятся в хорошем соответствии с данными экспериментального исследования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 16-37-60093, № 16-37-00217, № 16-02-00789), стипендии (СП-313.2015.5) и гранта (№ МК-5837.2016.9) Президента РФ.

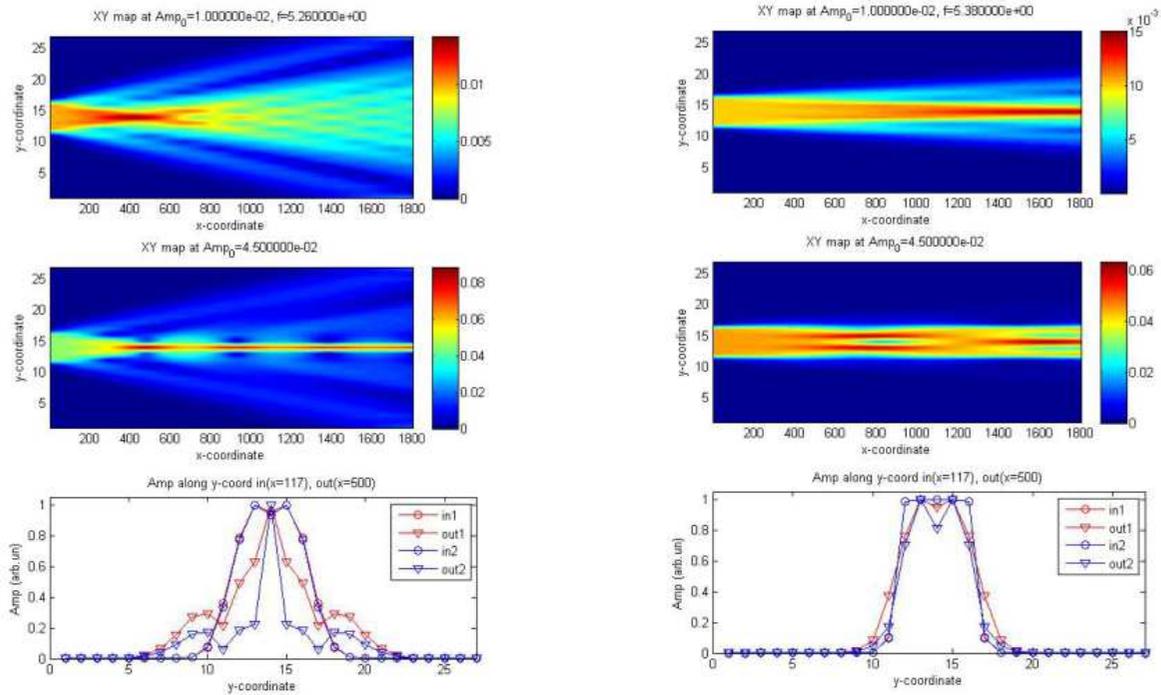


Рис. 2: Распространение пучка МСВ в рассматриваемой структуре

- [1] *Lenket B.* et al. Phys. Rep. **507**. P. 107. (2011).
 [2] *Demokritov S.O.* et al. Phys. Rep. **348**. P. 441. (2001).
 [3] *Lederer F.* et al. Phys. Rep. **463**. P. 1. (2008).
 [4] *Valle G.D.* et al. Appl. Phys. Lett. **90**. (2007).
 [5] *Beginin E.N.* et al. Solid State Phenomena. **215**. P 389.

- (2014).
 [6] *Кившарь Ю.С., Агравал Г.П.* Оптические солитоны. От волоконных световодов до фотонных кристаллов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.

Discrete diffraction and refraction of spin waves in magnonic waveguide lattice

A. A. Grachev^a, A. V. Sadovnikov^b, E. N. Beginin^c

Department of Open System Physics, Faculty of Nonlinear Process
 Saratov State University, Saratov 410012, Russia

E-mail: ^astig133@gmail.com, ^bsadovnikovav@gmail.com, ^cegbegin@gmail.com

This report shows the results of investigation of the spin-waves discrete diffraction in the laterally coupled planar YIG waveguide array by numerical analysis and Brillouin light scattering (BLS) spectroscopy.

PACS: 75.30.Ds, 75.50.Bb, 75.78.Cd, 75.78.Jp.

Keywords: spin wave, coupler, coupled structure.

Сведения об авторах

1. Грачев Андрей Андреевич — магистрант; тел.: (452) 51-69-47, e-mail: stig133@gmail.com.
2. Садовников Александр Владимирович — канд. физ.-мат. наук, доцент; тел.: (452) 51-69-47, e-mail: sadovnikovav@gmail.com.
3. Бегинин Евгений Николаевич — канд. физ.-мат. наук, доцент; тел.: (452) 51-69-47, e-mail: egbegin@gmail.com.