

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бочковой Татьяны Сергеевны «*Особенности взаимодействия электромагнитного излучения сверхвысокочастотного и оптического диапазонов с формирующимися в магнитном поле агломератами ферромагнитных наночастиц магнитной жидкости*», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – Радиофизика, 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах

Разработка устройств управления сигналами СВЧ и оптического диапазонов выдвигает требования по оптимизации их характеристик, таких, например, как быстродействие, термостабильность, радиационная устойчивость, технологичность и пр. Это стимулирует поиск новых физических принципов работы таких устройств. Диссертационная работа Бочковой Т. С. посвящена исследованию взаимодействия высокочастотных электромагнитных колебаний с агломератами ферромагнитных наночастиц магнитной жидкости, управляемой постоянным магнитным полем. Помимо этого, решается задача усовершенствования СВЧ-метода измерения параметров магнитной жидкости. Исследования автора могут найти применение при разработке оптронов с управляемым каналом, модуляторов СВЧ и оптического диапазонов, фазовращателей, а также частотных и поляризационных фильтров, управляемых постоянным магнитным полем. Результаты диссертации имеют несомненную научную и практическую ценность. Выделим некоторые из них.

1. Проведены экспериментальные исследования частотной зависимости коэффициента отражения магнитной жидкости, помещённой в волновод. Обнаружено, что изменение индукции намагничивающего поля оказывает существенное влияние на отражающую способность данной среды.

2. Предложена эффективная модель взаимодействия электромагнитных колебаний СВЧ диапазона с агломератами ферромагнитных наночастиц, формирующихся в постоянном магнитном поле. На основе данной модели предложен способ определения параметров магнитной жидкости, защищённый патентом РФ.

3. Выполнено экспериментальное исследование воздействия магнитной жидкости на поляризованное оптическое излучение. Выявлена возможность модуляции электромагнитных колебаний, генерируемых лазером, путём изменения направления индукции постоянного магнитного поля,

управляющего пространственной ориентацией агломератов ферромагнитных наночастиц. Обнаружено, что добавление в магнитную жидкость суспензии нанотрубок увеличивает глубину модуляции прошедшего излучения.

Результаты исследований достаточно полно представлены в автореферате. Основные положения работы Т. С. Бочковой неоднократно докладывались на всероссийских и международных научных конференциях и школах–семинарах и изложены в 10 печатных публикациях, включая 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК. Диссертацию отличает единство и обоснованность подхода к решению поставленных задач. Достоверность научных результатов подтверждается согласием теоретических выводов и экспериментальных исследований.

#### Замечания по автореферату:

1. Не указано, какое количество эмпирических частот  $n$  необходимо для оптимальной точности расчёта параметров магнитной жидкости с использованием соотношений (1), (2). – Невозможно применять предложенный способ определения параметров, не располагая данной информацией.

2. Диэлектрическая проницаемость магнитной жидкости  $\epsilon$  должна являться аргументом не только невязки  $S$ , но и теоретических коэффициентов отражения  $R$  в формуле (1) и  $R_0$  в формуле (3).

3. По–видимому, в формуле (1) под экспериментальным коэффициентом отражения  $R_{\text{exp}}$  понимается абсолютное значение данного параметра. Что касается теоретического коэффициента отражения  $R$ , то он является комплексным, подобно постоянной распространения волны  $\gamma$ , входящей в выражение (2). Поэтому в соотношении (1) функцию  $R$  необходимо заменить её абсолютным значением.

4. Полагаем, что при записи формулы (2) допущена опечатка. В знаменателе дроби в первом, либо в третьем слагаемом следует заменить множитель  $\gamma^2$  на  $\gamma_0^2$ .

5. На рисунке 11б на оси ординат неверно указаны верхние два значения невязки  $S$ . Очевидно, они должны быть на порядок больше.

6. Не пояснены обозначения  $I_{\text{фmin}}$ ,  $I_{\text{фmax}}$ , использованные на стр. 20. Вероятно, речь идёт о силе фототока приёмника оптического излучения.

Однако высказанные замечания носят формальный характер. Безусловно, диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, и имеет как практическую, так и теоретическую ценность. Считаем, что диссертация полностью удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней (в частности п. 9), а её автор, – Бочкова Татьяна Сергеевна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата

физико–математических наук по специальностям 01.04.03 – Радиофизика, 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро– и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Профессор кафедры радиоэлектронных систем (РЭС) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (ФГБОУ ВО ПГУТИ),


д. ф.–м. н., доцент

  
(подпись)

А. С. Арефьев

Заведующий кафедрой РЭС ФГБОУ ВО ПГУТИ,

д. ф.–м. н., доцент

  
(подпись)

Д. С. Клюев

Подписи Клюева Дмитрия Сергеевича и Арефьева Алексея Сергеевича заверяю

Учёный секретарь Учёного Совета ФГБОУ ВО ПГУТИ

  
(подпись)

О. В. Витевская

*Арефьев Алексей Сергеевич*, доктор физико–математических наук (научная специальность: 01.04.03 – Радиофизика), доцент, профессор кафедры РЭС ФГБОУ ВО ПГУТИ

Служебный адрес: 443010, г. Самара, ул. Льва Толстого, д. 23

Тел. раб.: (846) 332–58–53

e–mail: [arefyev.as@inbox.ru](mailto:arefyev.as@inbox.ru)

*Клюев Дмитрий Сергеевич*, доктор физико–математических наук (научная специальность: 01.04.03 – Радиофизика), доцент, заведующий кафедрой РЭС ФГБОУ ВО ПГУТИ

Служебный адрес: 443010, г. Самара, ул. Льва Толстого, д. 23

Тел. раб.: (846) 339–11–21

e–mail: [klyuevd@yandex.ru](mailto:klyuevd@yandex.ru)