

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Литвиненко Артема Николаевича

«Спин-волновые и магнитоакустические возбуждения в многослойных феррит-диэлектрических структурах»,
представленную на **соискание** ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика

В настоящее время магнитостатические волны (МСВ) находят широкое промышленное применение благодаря малой длине (порядка 1 мкм - 1 мм), низкой скорости распространения и малому декременту затухания. Однако, по-прежнему существуют ограничения по масса-габаритным показателям, температурной нестабильности и малой эффективности возбуждения коротких обменных волн (1-10 мкм). Также остается не проработанным вопрос о практическом применении эффекта магнитоакустического резонанса. Развитие методов эффективного возбуждения коротких обменных волн, термостабилизации частотных характеристик прямых объемных магнитостатических волн и создание высокодобротных магнитоакустических резонаторов являются **актуальными** задачами, решению которых посвящена диссертационная работа.

Диссертационная работа состоит из введения, основной части из трех глав и заключения. Диссертация содержит достаточный объем иллюстративного материала, который позволяет автору ясно и доступно изложить полученные результаты. Объем диссертационной работы составляет 105 страниц, включая 67 рисунков, 4 таблицы и список цитированной литературы из 116 наименований.

Среди наиболее *значимых и новых результатов* диссертационной работы можно выделить следующие:

1. Построена математическая модель, описывающая возбуждение коротких обменных волн в тонком (субмикронной толщины) легированном слое с пониженной намагниченностью на границе ферритовой пленки и диэлектрической подложки. Для построения модели использован «магнитомеханический подход». В модели учтено электромагнитное запаздывание, диполь-дипольное и обменное взаимодействия.

2. Впервые экспериментально исследовано возбуждение коротковолновых обменных спиновых волн в нормально намагниченной структуре, содержащей тонкий легированный слой. Показано, что эффективность возбуждения волн может достигать 80%. Этот результат открывает новые возможности для создания миниатюрных устройств на спиновых волнах.

3. Построена эквивалентная модель магнитоакустического резонатора на сосредоточенных элементах, позволяющая рассчитывать фазошумовые характеристики автогенераторов на их основе.

4. Предложена конструкция магнитоакустического ЖИГ генератора, обладающего значительно более низким уровнем фазового шума по сравнению с существующими аналогами.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в разработке моделей и методов расчета характеристик пленочных ферритовых магнитоакустических резонаторов и малозумящих генераторов на их основе. Реализован эффективный метод температурной стабилизации частоты ЖИГ-генераторов за счет размагничивания разнородных магнитов, входящих в состав системы намагничивания. Получены экспериментальные характеристики макетов термостабилизированных резонаторов и ЖИГ-генераторов. Температурную стабильность генераторов удалось повысить более, чем на два порядка, по сравнению с нестабилизированным ЖИГ генератором.

Обоснованность и достоверность выводов и заключений работы следует из использования автором общепринятых и хорошо себя зарекомендовавших математических методов и подходов. Результаты экспериментальных исследований, выполненных в работе, хорошо совпадают с расчетами, а также с результатами отдельных исследований других независимых авторов.

По диссертационной работе можно сделать ряд *замечаний*.

1. Во введении сказано, что на магнитоакустических волнах сделано большое число устройств, однако в списке литературы последняя обзорная работа на эту тему дана за 1984 год. Вместе с тем известно, что новые устройства на магнитоакустических волнах разрабатываются до сих пор. Существуют более свежие об-

зоры и монографии на эту тему. Автору следовало бы сослаться хотя бы на такие известные монографии, как А.Г. Гуревич, Г.А. Мелков "Магнитные колебания и волны" 1994 года; А.В. Вашковский, В.С. Стальмахов, Ю.П. Шараевский, "Магнитостатические волны в электронике сверхвысоких частот" 1992 года и D. D. Stancil, A. Prabhakar "Spin Waves: Theory and Applications" 2009 года.

2. В первой главе при построении теории был использован подход, названный "магнитомеханическим", однако из текста не понятно на каком основании.

3. В первой главе при проведении экспериментальных исследований по возбуждению обменных спиновых волн использовался пленочный резонатор в форме диска, а в последующих главах при проведении исследований магнитоакустического резонатора и спин-волнового генератора использовались прямоугольные пленочные резонаторы. Вместе с тем, объяснение причин выбора формы резонаторов отсутствует.

4. Во второй главе экспериментальные исследования проводятся на резонаторе их пленки ЖИГ толщиной 13 мкм, а при проведении численного моделирования для сопоставления с экспериментом толщина пленки взята равной 11.5 мкм. Результаты показаны на рисунке 2.18. Делается вывод о хорошем соответствии теории и эксперимента. Остается непонятным, на каком основании толщина пленки для проведения расчетов выбиралась отличной от экспериментального образца. Как в таком случае производилась оценка расхождения теории и эксперимента?

5. На рисунке 3.14 приведены результаты расчета фазовых шумов модели транзисторного ЖИГ-генератора. Моделирование колебательных процессов проводилось в среде ADS как с учетом, так и без учета паразитных параметров печатной платы. Из текста не понятно учтены ли паразитные параметры при расчете фазовых шумов.

6. В тексте диссертации и автореферата имеется ряд опечаток и неточностей. Среди них:

- у рисунка 1.1 отсутствует название.
- на странице 44 два рисунка с номером 1.18;
- в заголовке второй главы отсутствует номер;
- во второй главе два рисунка с номером 2.11;

- на странице 87 рисунок 3.7 обозначен как рисунок 7;

Отмеченные недостатки и замечания по оформлению в целом никоим образом не снижают высокого уровня, достоверности выводов и рекомендаций работы.

Основные результаты работы опубликованы в ведущих научно-технических журналах рекомендованных ВАК (3 статьи), получен патент на изобретение. Работы прошли апробацию на международных и российских научно-технических конференциях. Автореферат адекватно отражает, научную новизну, содержание и основные результаты диссертации.

Итоговое заключение.

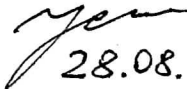
В целом диссертационная работа Литвиненко А.Н. представляет собой серьезное законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне. В ней получен ряд новых важных результатов по решению нескольких взаимосвязанных задач о возбуждении спин-волновых и магнитоакустических колебаний в феррит-диэлектрических структурах.

Диссертация свидетельствует о высокой квалификации автора. Положительным качеством представленной диссертации является то, что часть работы сочетает в себе сопоставление теоретических и экспериментальных результатов. Научные положения и выводы диссертации обоснованы и подтверждены соответствующими исследованиями. Анализ публикаций автора показывает, что основные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобразования и науки России для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций, докладывались на многих российских и международных конференциях. Диссертация написана хорошим языком и аккуратно оформлена. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Рассмотренная диссертация обладает высокой научной ценностью в области радиофизики, отвечает специальности 01.04.03 - радиофизика (физико-математические науки) и имеет важное значение для практических применений в СВЧ электронике. Считаю, что диссертационная работа Литвиненко Артема

Николаевича полностью удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - радиопизика.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
доцент кафедры физической электротехники и технологии СПбГЭТУ им. В.И. Ульянова (Ленина).

 А.Б. Устинов
28.08.2015

Подпись доцента Устинова А.Б. заверяю.
Ученый секретарь Ученого совета
СПбГЭТУ им. В.И. Ульянова (Ленина)



Т.Л. Русяева

Устинов Алексей Борисович
адрес: 197376, С.-Петербург, ул. проф. Попова, д. 5, СПбГЭТУ
телефон: 8(812)2349983
e-mail: ustinov-rus@mail.ru