

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

**о диссертанте Иванове Алексее Павловиче, выполнившем диссертационное исследование «Модель связанных осцилляторов как инструмент анализа нелинейных колебаний в магнитоупругой системе», представленное на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика**

С Алексеем Павловичем Ивановым мы познакомились в начале 2000-х гг. в стенах Сыктывкарского госуниверситета, в один из моих приездов на защиты студенческих дипломных проектов в качестве председателя ГЭК. После окончания в 2000 г. СыктГУ, в котором Алексей Павлович обучался на кафедре радиофизики и электроники, он был принят на работу в Управление информатизации СыктГУ, и на сегодняшний день является ответственным за развитие всей корпоративной сети университета. Вместе с тем он не оставил научную деятельность и параллельно с осуществлением своих должностных обязанностей занимался теоретическими исследованиями проблемы возбуждения гиперзвука магнитоупругим преобразователем в условиях ферромагнитного резонанса. Кроме того, в 2015 г. он с отличием окончил магистерскую программу по направлению «Физика».

В процессе работы над диссертацией Алексей Павлович проявил себя как настойчивый и увлеченный исследователь, нацеленный на достижение результатов по поставленным задачам, показал отличную способность к самостоятельной научной работе.

Научная работа А.П. Иванова посвящена сведению задачи возбуждения гиперзвука магнитоупругим преобразователем в условиях ферромагнитного резонанса к упрощенной модели возбуждения двух связанных магнитного и упругого осцилляторов, один из которых в общем случае является существенно нелинейным и связан с другим нелинейной связью.

Диссертация представляет собой актуальное, законченное на данном этапе исследование. Поставленные в работе задачи успешно решены. Полученные результаты в высокой степени согласуются с существующими экспериментальными данными и имеют большое теоретическое и практическое значение.

В диссертационном исследовании А.П. Иванова представлены следующие оригинальные результаты.

1. Предложена модель системы связанных сильной нелинейной связью осцилляторов, упрощающая решение задачи развития колебаний в связанных нелинейных системах. В зависимости от уровня возбуждения и нелинейности выявлено пять режимов колебаний системы: регулярный синусоидальный, регулярный с расщеплением, регулярный без расщепления, нерегулярный квазихаотический, нерегулярный расходящийся.
2. Предложена модель динамического потенциала, представляющего собой совокупность потенциалов нелинейных осцилляторов и содержащего в своей структуре слагаемые четвертого порядка по координате. На основе динамического потенциала дана интерпретация динамики колебаний в модельной системе и эффектов, вызванных дополнительными слагаемыми нелинейности.
3. Предложенная модель связанных осцилляторов применена к решению задачи сильно возбужденных нелинейных колебаний намагнитченности и упругого смещения в структуре с магнитоупругими свойствами. В результате достигнуто упрощение полной системы из семи уравнений первого порядка с граничными условиями до системы из четырех уравнений первого порядка без граничных условий.

4. Выведены аналитические критерии, определяющие зависимость смены режимов колебаний от величины связи осцилляторов и частоту резонансных колебаний в точке перехода.
5. Записана полная система уравнений для квадратичного приближения в обобщенном симметричном виде, соответствующая модельной системе. Нелинейность в этих уравнениях описывается слагаемыми третьего порядка по намагниченности, упругому смещению и их производных.
6. Определены критерии возникновения нестационарного запаздывания развития колебаний системы из двух осцилляторов, показана роль нелинейности и величины связи между осцилляторами в этом процессе.

Вошедшие в диссертацию результаты были получены автором в период с 2009 по 2018 гг. и имеют важное фундаментальное и прикладное значение. Фундаментальность исследования заключается в проработке решения системы уравнений для связанных осцилляторов, построенной на модели потенциала с членами четвертого порядка. Свойства такой системы позволяют интерпретировать характер вынужденных нелинейных колебаний намагниченности и упругого смещения в нормально намагниченной ферритовой пластине. Прикладное значение результатов работы состоит в построении магнотриксционных преобразователей с заданными свойствами для генерации гиперзвука, в моделировании устройств аналоговой обработки сигналов, а также в различных нелинейных генераторах и преобразователях частоты.

Основные результаты исследования опубликованы, а также были представлены на российских и международных научных конференциях.

За время работы диссертантом было продемонстрировано уверенное владение современными методами теоретической физики, математического анализа и информационных технологий, которые успешно применялись им в решении поставленных задач.

Еще раз отмечу самостоятельность диссертанта, его способность к творческому мышлению, настойчивость, а также хорошую ориентацию в предмете исследования.

У меня нет сомнений, что представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, а её автор – Алексей Павлович Иванов заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиопизика

Научный руководитель:  
главный научн. сотр. лаборатории магнитных явлений в микроэлектронике  
ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН,  
доктор физико-математических наук, профессор

«28» января 2019 г.

 В.Г. Шавров

