

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.231.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова Российской академии наук, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 21 июня 2019 г. № 6

**О присуждении Иванову Алексею Павловичу, гражданину России ученой степени кандидата физико-математических наук**

Диссертация на тему «Модель связанных осцилляторов как инструмент анализа нелинейных колебаний в магнитоупругой системе» по специальности 01.04.03 «Радиофизика» принята к защите 22 марта 2019 г., протокол № 3 диссертационным советом Д 002.231.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова Российской академии наук (125009, г. Москва, ул. Моховая, д. 11, корп. 7) (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397-1958 от 21.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении деятельности совета № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель Иванов Алексей Павлович, 1978 года рождения, в 2000 г. окончил Сыктывкарский государственный университет, в 2015 г. окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина».

С 01.10.2000 г. по 30.09.2003 г. проходил обучение в аспирантуре ГОУ ВПО «Сыктывкарский государственный университет».

Работает начальником отдела сетевых технологий и криптографической защиты информации ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина».

Диссертация выполнена на кафедре радиофизики и электроники ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина».

**Научный руководитель:** Шавров Владимир Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории магнитных явлений в микроэлектронике ФГБУН Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

**Алфимов** Георгий Леонидович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Высшая математика – 1» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»;

**Екомасов** Евгений Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, занимает должность профессора кафедры теоретической физики Физико-технического института ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», в своем положительном отзыве, подписанном д.ф.м.н., проф. Н.С.Перовым, зав.кафедрой магнетизма, д.ф.м.н. А.Б.Грановским, профессором этой же кафедры, и утвержденном проректором университета проф. А.А.Федяниным, отметила, что диссертация Иванова А. П. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и

посвященную исследованию нелинейных колебаний в магнитоупругих системах на основе модели связанных осцилляторов. Полученные результаты обладают новизной, их достоверность не вызывает сомнений, они могут быть рекомендованы к использованию в Московском государственном университете, Уральском, Сибирском и Северо-Кавказском федеральных университетах, Институте физики микроструктур РАН, Институте механики сплошных сред УрО РАН, Институте физики им. Л. В. Киренского СО РАН. Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов решения значительно упрощенной системы уравнений колебаний магнитной и упругой систем в построении устройств обработки информации на поверхностных акустических волнах, а именно в конструировании магнито-стрикционных преобразователей, а также в различных нелинейных генераторах и преобразователях частоты.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 30 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 11 работ, 11 индексируются в РИНЦ, в т. ч. 3 – в Scopus и Web of Science, общим объемом 46,78 п.л.

1. Иванов, А. П. Анализ линейного возбуждения гиперзвуковых колебаний магнито-стрикционного преобразователя на основе модели связанных осцилляторов / В. С. Власов, А. П. Иванов, В. Г. Шавров, В. И. Щеглов // Журнал радиоэлектроники. – 2013. – № 11. – Режим доступа : <http://jre.cplire.ru/jre/nov13/3/text.pdf>

В работе рассмотрено линейное возбуждение гиперзвуковых колебаний переменным магнитным полем в геометрии плоскопараллельной нормально намагниченной ферритовой пластины.

2. Иванов, А. П. Анализ нелинейного возбуждения гиперзвуковых колебаний магнито-стрикционного преобразователя на основе модели связанных осцилляторов в квадратичном приближении / В. С. Власов, А. П. Иванов, В. Г. Шавров, В. И. Щеглов // Журнал радиоэлектроники. – 2014. – № 1. – Режим доступа : <http://jre.cplire.ru/jre/jan14/11/text.pdf>

В статье в рамках квадратичного приближения получена система двух связанных уравнений второго порядка для намагниченности и упругого смещения, включающая нелинейные составляющие третьего порядка.

3. Иванов, А. П. Анализ автомодуляционных явлений в системе связанных магнитного и упругого осцилляторов на основе модели потенциала / А. П. Иванов, В. Г. Шавров, В. И. Щеглов // Журнал радиоэлектроники. – 2015. – № 6. – Режим доступа : <http://jre.cplire.ru/jre/jun15/9/text.pdf>

В статье рассмотрены нелинейные вынужденные колебания намагниченности и упругого смещения в нормально намагниченной ферритовой пластине, обладающей магнитоупругими свойствами.

4. Иванов, А. П. Применение модели связанных осцилляторов для анализа нелинейного возбуждения гиперзвука в ферритовой пластине при ферромагнитном резонансе. Часть 1. Основные уравнения / В. С. Власов, А. П. Иванов, В. Г. Шавров, В. И. Щеглов // Радиотехника и электроника. – 2015. – Т. 60. – № 1. – С. 75–86.

В работе применительно к задаче анализа работы магнито-стрикционного преобразователя СВЧ диапазона в квадратичном приближении по намагниченности рассмотрено возбуждение гиперзвуковых колебаний переменным магнитным полем в геометрии нормально намагниченной ферритовой пластины.

5. Иванов, А. П. Применение модели связанных осцилляторов для анализа нелинейного возбуждения гиперзвука в ферритовой пластине при ферромагнитном резонансе.

се. Часть 2. Некоторые нелинейные явления / В. С. Власов, А. П. Иванов, В. Г. Шавров, В. И. Щеглов // Радиотехника и электроника. – 2015. – Т. 60. – № 3. – С. 280–293.

В статье в рамках задачи возбуждения гиперзвуковых колебаний переменным полем в квадратичном приближении рассмотрены нелинейные эффекты в системе связанных магнитного и упругого осцилляторов, определяемые степенью связи и частотой резонансных колебаний осцилляторов.

6. Иванов, А. П. Нестационарное запаздывание возбуждения магнитоупругих колебаний в режиме умножения частоты. Часть 1. Динамический потенциал / А. П. Иванов, В. Г. Шавров, В. И. Щеглов // Журнал радиоэлектроники. – 2017. – № 7. – Режим доступа : <http://jre.cplire.ru/jre/jul17/6/text.pdf>

Работа посвящена рассмотрению явления нестационарного запаздывания магнитоупругих колебаний в режиме кратности частот магнитного и упругого осцилляторов.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из:

– ФГБУН «Институт физики металлов имени М. Н. Михеева» УрО РАН от чл.-корр. РАН, профессора А. Б. Борисова и д.ф.-м.н. В. В. Киселева, главного научного сотрудника лаборатории теории нелинейных явлений (замечания: а) наличие в модельных уравнениях линейной связи между осцилляторами означает, что при построении модели не выделены линейные нормальные моды колебаний. Если такую операцию выполнить, то в линейной части упрощенной модели исчезнут слагаемые линейной связи между осцилляторами. В результате обсуждение нелинейной динамики осцилляторов будет проще (причем сразу в терминах линейных магнитоакустических мод системы); б) часто повторяющаяся фраза: «зависимость имеет фракталоподобный характер» не информативна, т. к. в работе она математически не обоснована);

– ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского» от к.ф.-м.н. А. В. Садовникова, доцента кафедры физики открытых систем факультета нелинейных процессов (замечания: 1. при рассмотрении модели положительной обратной связи, приводящей к лавинообразному росту амплитуды колебаний, показано, что ограничение такого роста происходит за счет кубической нелинейности системы, вызывающей нелинейную расстройку и выход системы из резонанса с частотой возбуждения, однако не рассмотрены условия формирования кубической нелинейности и обоснование возможности учета только данного типа нелинейности в реальных физических системах типа ферритмагнитных пленок железиттриевого граната; 2. при исследовании условий реализации нестационарного запаздывания показано, что необходимо принимать во внимание различие времен релаксации связанных осцилляторов, а именно превосходство частоты второго осциллятора относительно частоты первого, при этом не показывается соответствие данных критериев для случая магнитоакустической связи);

– ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» от д.ф.-м.н., профессора В. А. Голенищева-Кутузова, профессора кафедры промышленной электроники и светотехники (замечания: можно полагать, что рассмотрение асинхронных колебаний при несовпадении частот осцилляторов с частотой возбуждающего поля в более широком интервале значений частот позволило бы значительно расширить спектр наблюдаемых режимов);

– ФГБОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского» от д.ф.-м.н., профессора С. В. Белима, заведующего кафедрой информационной безо-

пасности (замечания: изложение содержания пятой главы носит декларативный характер. Сформулирован ряд утверждений о том, что сделано, но не приведены результаты этих исследований);

– ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» от д.ф.-м.н., профессора, заслуженного деятеля науки РФ Ю. М. Гуфана, заведующего отделом теоретической физики НИИ физики (замечания: нет);

– ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» от д.ф.-м.н., профессора Ю. Н. Прошина, заведующего кафедрой теоретической физики (замечания: нередко встречаются необъясненные величины, не совсем четко применяются термины и определения, при этом используются жаргонные словосочетания. За объяснением логики описанного, пришлось расширить знакомство с работой и смотреть соответствующие места в диссертационной работе. Похоже, что автор недостаточно внимательно подошел к оформлению автореферата: простой перенос из текста диссертации кратких выводов по главам все же требует дополнительных усилий для сохранения их понятности (стр. 9). Также напрягает взаимозаменяемость в рассматриваемых дифференциальных уравнениях обозначений для производных по времени (уравнения 1, 2, 4 – 9));

– Института физики им. Л. В. Киренского СО РАН – обособленного подразделения ФГБНУ «ФИЦ КНЦ СО РАН» от д.ф.-м.н., профессора В. В. Валькова, главного научного сотрудника ИФ СО РАН (замечания: нет).

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:** назначенные советом официальными оппонентами по кандидатской диссертации А. П. Иванова ученые являются специалистами в области нелинейных колебаний, физики магнитных явлений и радиофизики, в частности, в области распространения и возбуждения нелинейных волн, динамики намагниченности в ферро- и антиферромагнетиках; они широко известны своими достижениями в данных отраслях науки, имеют многочисленные научные труды в рецензируемых научных журналах, способны определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонируемой диссертации. **Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» является одним из ведущих научных учреждений, в котором проводятся исследования нелинейных процессов в магнитоупругих средах. Многочисленные работы его сотрудников в области физики магнитных явлений, радиофизики свидетельствуют об их способности адекватно оценить результаты, представляемые автором для защиты.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:** предложена модель системы из двух связанных нелинейных осцилляторов, на основании которой рассмотрены магнитоупругие колебания в нормально намагниченной ферритовой пластине, возбуждаемые переменным полем; выполнена классификация режимов колебаний, соответствующих разным уровням линейной и нелинейной связи осцилляторов; для интерпретации наблюдаемых явлений введен динамический потенциал, отражающий воздействие осцилляторов друг на друга.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что разработанная модель связанных осцилляторов, построенная на модели потенциала с членами четвертого порядка, позволяет интерпретировать характер вынужденных нелинейных колебаний намагниченности и упругого смещения в нормально намагниченной ферритовой пластине.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что результаты теоретических исследований могут быть использованы в построении магнитострикционных преобразователей с заданными свойствами

для генерации гиперзвука, в моделировании устройств аналоговой обработки сигналов, а также в разного рода нелинейных генераторах и преобразователях частоты.

**Достоверность полученных результатов подтверждается:** качественным совпадением модельных расчетов с расчетами других исследователей по полным уравнениям с использованием данных реальных образцов; сравнением результатов с аналогичными работами; применением математического моделирования для анализа большого объема расчетных данных и получением достоверных статистических оценок. Полученные результаты признаны научной общественностью при обсуждениях на российских и международных научных конференциях, а также подтверждены положительными рецензиями опубликованных статей в научных журналах.

**Личный вклад соискателя состоит:** в идее использования в разложении потенциала слагаемых, учитывающих смешанную нелинейность магнитного и упругого осцилляторов; в разработке программного комплекса для расчета динамических свойств связанной колебательной системы и построения потенциальных поверхностей; в проведении модельных расчетов связанных колебаний намагниченности и упругого смещения; в идее упрощения модельной системы путем рассмотрения значений параметров реальных образцов и пренебрежения слагаемыми, имеющими малые значения; в разработке метода графического определения смены режимов колебаний в асинхронном режиме; в идее применения динамического потенциала для интерпретации колебаний магнитного осциллятора, в котором амплитуда упругого осциллятора используется как параметр.

Диссертационная работа А. П. Иванова является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит решение научной и практической задачи по исследованию нестационарных режимов нелинейных колебаний в задаче генерации гиперзвука магнитострикционным преобразователем, и удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 21 июня 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Иванову А. П. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 11, против 0, недействительных бюллетеней 4.

Зам. председателя  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Дмитриев  
Александр Сергеевич

Копылов  
Юрий Леонидович

«03» июня 2019 г.