

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП «ФНПЦ НИИС

НИИС им. Ю.Е. Седакова»,

доктор технических наук, доцент

А.Ю. Седаков

01 2016 г.

ОТЗЫВ

**ведущей организации – Федерального государственного унитарного предприятия
федерального научно-производственного центра «Научно-исследовательский институт
измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» на диссертацию Бабанова Николая
Юрьевича на тему «Анализ, моделирование и синтез конструкций пассивных
нелинейных и параметрических рассеивателей», представленную на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том
числе системы и устройства телевидения**

1. Актуальность темы диссертации

Диссертация Бабанова Н.Ю. посвящена разработке теории, моделированию и исследованию пассивных радиоответчиков, принцип действия которых основан на использовании эффекта рассеяния (дифракции) радиоволн на объектах, содержащих нелинейные элементы.

Пассивные нелинейные радиоответчики просты по конструкции, не имеют в своем составе источников питания, а значит, всегда готовы к использованию, дешевы, малогабаритны, не требуют обслуживания и имеют практически неограниченный срок службы. С их помощью могут решаться такие практические задачи, как калибровка и оценка работоспособности нелинейных радиолокаторов, маркировка товаров, людей, объектов, грузов и маршрутов движения, создание нелинейных помех радиоприему, оценка параметров окружающей среды, создание эталонных бесфидерных источников электромагнитного излучения в радиодиапазоне, определение структуры распределения поля вблизи источников электромагнитного излучения и др.

Благодаря тому, что связь нелинейного элемента с источником сигнала слабо зависит от расстояния до него и от формы границ раздела сред, на которых располагаются радиоответчики, последние могут эффективно применяться в качестве маркеров в сложных геодезических условиях.

Таким образом, актуальность тематики диссертационного исследования Бабанова Н.Ю. представляется в достаточной степени обоснованной.

2. Структура и основные результаты работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и 4 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель работы и решаемые задачи, определены предмет исследования, теоретическая значимость исследования и значение полученных соискателем результатов для практики, приведены основные защищаемые положения.

В первой главе выполнен анализ известных публикаций по исследованию пассивных нелинейных радиоответчиков в виде нелинейных и параметрических рассеивателей. Разработаны процессная модель пассивного нелинейного радиоответчика и методика измерения его параметров (амплитудной характеристики и нормированных диаграмм направленности приемной и передающей антенн). Определена наиболее эффективная конструкция пассивного нелинейного радиоответчика. Введено уточненное определение

амплитудной характеристики пассивного нелинейного радиоответчика. На основе взаимодействия процессной модели и анализа эквивалентной схемы пассивного нелинейного радиоответчика предложена методология математического моделирования, с помощью которой может быть осуществлено численное моделирование реакции пассивных нелинейных радиоответчиков разных типов.

Во второй главе рассмотрены теоретические методы анализа радиоответчиков – нелинейных рассеивателей. Выполнено моделирование процесса нелинейного рассеяния на основе использования процессной модели и анализа эквивалентной схемы дипольного нелинейного рассеивателя. Предложена конструкция пассивного нелинейного радиоответчика – нелинейного рассеивателя, у которого приемная и передающая антенны подключены к входу и выходу нелинейного элемента в виде мостовой схемы выпрямителя, состоящей из 4-х диодов. Отмечено, что максимальная величина эффективной поверхности нелинейного рассеяния одинакова для двух возможных типов конструкций нелинейных отражательных решеток из нелинейных рассеивателей, однако влияние границы раздела сред будет более существенно для решетки в виде совокупности отдельных нелинейных рассеивателей. Показано, что при выделении полезного сигнала из спектра рассеянного сигнала от пассивного радиомаркера – динамического нелинейного рассеивателя в условиях наличия одного или нескольких помеховых динамических или стабильных нелинейных рассеивателей наряду с выбором частоты и фильтрацией полезного сигнала в приемнике установки нелинейной диагностики целесообразно использовать варьирование мощности зондирующего сигнала, направления облучения и поляризаций облучающей и приемной антенн установки нелинейной диагностики. Экспериментально установлено, что одновременное использование методов зондирования заглубленных пассивных радиоответчиков в виде нелинейных рассеивателей с помощью антенн, излучающих как плоские, так и боковые волны, позволяет добиться лучших характеристик обнаружения за счет проявления комбинированных эффектов. Предложен способ поиска пассивного нелинейного радиоответчика – нелинейного рассеивателя, использующего одну относительно узкую частотную полосу для запросного и ответного сигналов.

Третья глава посвящена исследованию пассивных нелинейных радиоответчиков – параметрических рассеивателей. На основе анализа имеющихся публикаций выделены основные свойства параметрических рассеивателей, существенные для использования их в качестве пассивных нелинейных радиоответчиков, сформулированы проблемные задачи, которые необходимо решить при их исследовании, определены направления решения этих задач. Предложен принцип работы и конструкция датчика среды – параметрического рассеивателя на основе введения в его автоколебательный контур элемента, электрические параметры которого зависят от измеряемого параметра среды, в которой находится параметрический рассеиватель. Предложены новые конструкции параметрических рассеивателей – четырехполюсников. Разработаны измерительные стенды, на которых экспериментально исследованы свойства известных по публикациям других авторов и вновь предложенных конструкций параметрических рассеивателей. Определены факторы, позволяющие повысить эффективность систем радиомаркировки, использующих пассивные нелинейные радиоответчики, на основе учета амплитудных и фазовых свойств последних, и сформулированы основные требования к запросному сигналу и методам обработки принимаемого ответного сигнала при решении задачи обнаружения параметрических рассеивателей на больших расстояниях. Создана и развита теория синхронизации ответного сигнала в параметрических рассеивателях. На основе методологии моделирования пассивных нелинейных радиоответчиков разработаны математические модели, с помощью которых выполнено моделирование реакции параметрических рассеивателей на запросный сигнал.

В четвертой главе рассмотрены некоторые прикладные задачи, в которых могут найти применение нелинейные и параметрические рассеиватели. Предложены способ исследования пространственного распределения электромагнитного поля и бесфидерный способ

измерения эффективной площади антенны. Показано, что перспективным направлением применения пассивных нелинейных радиоответчиков является их использование в качестве радиомаркеров для обозначения маршрутов, маркировки индивидуальных средств спасения терпящих бедствие на воде и т.д. Описаны принципы действия и предложены конструкции динамического параметрического рассеивателя, переизлучающего ответный сигнал на частоте субгармоники сигнала накачки в соответствии с хранящейся в его памяти бинарной последовательностью, и параметрического рассеивателя – транспондера, выполняющего функцию электронного идентификатора и пломбы.

В **заключении** сформулированы основные научные и практические результаты диссертационной работы.

В **приложениях** приведены зависимости, характеризующие параметры системы поиска маркера – нелинейного рассеивателя, а также акты внедрения результатов диссертации.

3. Научная новизна основных результатов работы

На основании рассмотрения диссертации и опубликованных в периодических изданиях научных трудов автора можно выделить следующие наиболее существенные результаты исследований, обладающие научной новизной:

- разработана общая теория пассивных нелинейных радиоответчиков в виде нелинейных или параметрических рассеивателей, позволяющая проводить анализ протекающих процессов, интерпретировать наблюдаемые свойства, определять подходы к синтезу и конструированию таких радиоответчиков, выделять факторы и пути повышения эффективности их применения;
- предложена процессная модель, позволяющая описывать физические процессы пассивного нелинейного радиоответчика и решать внешнюю задачу – определять отклик нелинейного радиоответчика на воздействие облучения, приходящего в виде запросного сигнала;
- разработана математическая модель исследования реакции дипольного нелинейного рассеивателя на запросный узкополосный сигнал, основанная на включении в схему процессной модели результатов анализа эквивалентной схемы нелинейного рассеивателя;
- на основе математического моделирования и натурных экспериментов изучены свойства пассивных нелинейных радиоответчиков, исследованы проблемы приема сигналов от них, связанные с наличием когерентных помех от помеховых нелинейных рассеивателей;
- разработаны методы инструментальных измерений параметров и настройки пассивных нелинейных радиоответчиков.

4. Обоснованность и достоверность результатов работы

Обоснованность и достоверность полученных теоретических и прикладных результатов и выводов работы обеспечиваются корректным применением теории радиотехнических систем, теории распространения радиоволн, теории нелинейных электрических цепей, а также использованием методов экспериментального анализа и статистической обработки результатов эксперимента, методов математического моделирования.

Теоретические результаты, представленные в диссертации, подтверждаются экспериментальными данными и не вступают в противоречие с выводами и рекомендациями, полученными другими исследователями.

5. Личный вклад автора

Все выносимые на защиту результаты и положения, составляющие основное содержание диссертационной работы, разработаны и получены лично автором или при его непосредственном участии. В большинстве работ, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежит ведущая роль при постановке задач и их исследовании.

Роль автора в постановке задач, выдвижении идей, разработке основных положений, обосновании решений и выработке научных рекомендаций носит определяющий характер.

6. Значимость полученных в диссертации результатов

Значимость результатов проведенных в диссертационной работе исследований для науки определяется тем, что

- доказана возможность увеличения эффективности систем радиомаркировки, использующих пассивные нелинейные и параметрические рассеиватели, за счет учета их свойств в процессной модели пассивного нелинейного радиоответчика;
- определены подходы к решению проблем приема сигналов от пассивных нелинейных радиоответчиков, связанных с наличием когерентных помех от помеховых нелинейных рассеивателей;
- на основе математического моделирования и натурных экспериментов изучены свойства пассивных нелинейных радиоответчиков;
- проведена модернизация существующих методов инструментальных измерений параметров пассивных нелинейных радиоответчиков.

Практическая значимость результатов определяется системным подходом к анализу свойств, измерению и моделированию характеристик, синтезу новых конструкций и использованию пассивных нелинейных и параметрических рассеивателей в задачах радиомаркировки, а также в разработанных способах и алгоритмах применения таких рассеивателей при обозначении путей следования, проходов, фарватеров, поиске жертв стихийных бедствий и катастроф, дистанционной идентификации грузов.

7. Соответствие работы заявленной специальности

Работа соответствует специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

8. Апробация результатов работы

Уровень апробации результатов диссертационной работы на международных и всероссийских конференциях, а также их опубликования в отечественных периодических научных изданиях представляется вполне достаточным и удовлетворяет требованиям пунктов 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней. Автором (лично и в соавторстве) опубликованы 73 печатных труда. Основные научные и прикладные результаты диссертационной работы опубликованы в 2 монографиях, в 17 научных статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, в 9 научных статьях в сборниках и региональных научных журналах. Имеется 2 авторских свидетельства СССР, 1 патент РФ на полезную модель и 15 патентов РФ на изобретение.

9. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы могут найти применение при построении радиотехнических систем маркировки, распознавания и дистанционной идентификации объектов различного назначения, в частности в интересах организаций Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (РФЯЦ-ВНИИЭФ, РФЯЦ-ВНИИТФ, ВНИИА, НИИС), Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций), предприятий АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» и др.

10. Замечания по диссертации

1. В анализе известных публикаций по исследованию пассивных нелинейных радиоответчиков в виде нелинейных и параметрических рассеивателей не приводятся работы по устройствам радиочастотной идентификации (транспондерам). При этом отличительные признаки и причины, по которым автор не относит данные устройства к пассивным нелинейным радиоответчикам, также не приведены.

2. Утверждение 4 в выводах по главе 2, что влияние границы раздела сред будет более существенно для решетки в виде совокупности отдельных нелинейных рассеивателей, не подтверждено расчетами.

3. Рассмотрение новых типов параметрических рассеивателей ограничено только одним видом индуктивности в виде проволочной дужки. Не ясно, возможно ли использование других типов индуктивности.

4. В главе 4 рассмотрены задачи оптимизации структуры пассивных нелинейных радиоответчиков, однако задача оптимизации за счет выбора нелинейного элемента осталась за рамками рассмотрения.

Несмотря на отмеченные недостатки, работа в целом заслуживает положительной оценки.

11. Заключение

Диссертационная работа Бабанова Н.Ю., в соответствии с пунктом 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (далее – Положение), является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, а именно – проблема разработки общей теории пассивных нелинейных радиоответчиков, позволяющей решать задачи анализа, моделирования и синтеза конструкций нелинейных и параметрических рассеивателей.

В диссертации, в соответствии с пунктом 14 Положения, имеются все необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, в том числе – на научные работы соискателя. Каких-либо признаков плагиата или недобросовестного цитирования не обнаружено.

Автореферат диссертации в достаточной мере отражает ее содержание и удовлетворяет требованиям пункта 25 Положения.

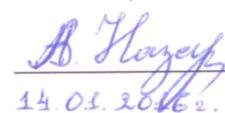
Работа соответствует заявленной специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения и удовлетворяет требованиям Положения, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Бабанов Николай Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Отзыв составлен на основании заключения научно-технического совета службы главного конструктора по оборонной тематике по вопросам разработки радиотехнических и измерительных систем (протокол заседания НТС № 1-2016 от 12.01.2016 г.).

Кашин Александр Васильевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель главного конструктора по оборонной тематике – начальник Департамента разработки радиотехнических и измерительных систем

Назаров Андрей Викторович, кандидат технических наук, доцент, начальник научно-исследовательского отдела разработки КВЧ измерительных систем


— 14.01.2016


14.01.2016

Федеральное государственное унитарное предприятие федеральный научно-производственный центр «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» (ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова»), Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»: 603950, г. Нижний Новгород, ГСП-486, телефон (831) 465-49-90, e-mail: niis@niis.nnov.ru.