

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

Московский пр-т, д. 14, Воронеж, 394026

Тел./факс (473) 246-42-65

E-mail: mail@vorstu.ru, <http://www.vorstu.ru>

ОКПО 02068083, ОГРН 1033600070448, ИНН/КПП 3662020886/366201001



« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Воронежского  
государственного  
технического университета  
Петренко В.Р.



\_\_\_\_\_ 2015 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации - федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский государственный технический университет» на диссертацию Проскуракова Владимира Борисовича «Оптимизация инфокоммуникационной системы на основе управляемых рассеивателей при различных видах модулирующих воздействий», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика».

Управляемые параметрические рассеиватели представляют собой устройства, осуществляющие амплитудную либо фазовую модуляцию отраженного электромагнитного поля согласно закону управляющего воздействия. В качестве управляемых рассеивателей могут выступать различные системы – газоразрядные лампы, резонансные антенны с управляемым ЭПР, механические системы и другие. При этом от вида рассеивателя будет зависеть и тип получаемой модуляции. В работе соискателя исследуется управляемый рассеиватель в виде резонансной антенны – система «диод-диполь» с амплитудной модуляцией отраженного поля.

Управляемые рассеиватели нашли широкое применение в следующих областях: регистрация и визуализация электромагнитных полей, системы радиовидения, полупассивные радиометки, RFID технологии и другие. Таким

образом, выбранная тематика научного исследования является востребованной в современном мире.

Несмотря на широкое использование управляемых рассеивателей, некоторые аспекты их работы остаются неизученными. К данным аспектам следует отнести слабо освещенный в литературе процесс модуляции системы, то есть, процесс взаимодействия полупроводникового диода и резонансной антенны. Изучение данного вопроса позволило бы значительно улучшить эффективность модуляции системы, и соответственно, увеличить дальность действия системы «диод-диполь». К тому же остается не доказанной возможность работы системы с различными видами модулирующих сигналов, отличных от узкополосного гармонического сигнала. Такая задача становится актуальной при использовании управляемого рассеивателя для передачи цифровых данных. Кроме того, для повышения дальности обнаружения сигнала, отраженного от управляемого рассеивателя, необходимо построение оптимального приемника, при этом синтез приемника должен осуществляться при наличии фонового сигнала, когерентного с отраженным. Таким образом, поставленные перед соискателем научные задачи являются **актуальными**, решение которых позволит расширить область применения управляемых рассеивателей и улучшить параметры радиосистем на их основе.

Диссертация выполнена на кафедре радиофизики Воронежского государственного университета в соответствии с приоритетным научным направлением «Информационно-телекоммуникационные системы», что также подтверждает её **актуальность**.

В **первой главе** разработана радиофизическая модель модуляции системы «диод-диполь». Выполнены экспериментальные исследования, подтверждающие справедливость предложенной радиофизической модели. Выявлены основные параметры полупроводниковых диодов, оказывающих наибольшее влияние на глубину модуляции отраженного поля.

Во **второй главе** разработан модулятор на основе емкостной трехточки, способный вырабатывать как детерминированный, так и стохастический выходной сигнал. Проведены экспериментальные исследования возможности работы системы «диод-диполь» с различными видами модулирующих воздействий, в том числе и стохастическими. Получено уравнение дальности действия системы на основе управляемых рассеивателей.

В **третьей главе** выполнен синтез и анализ алгоритмов оптимальных приемников-обнаружителей для сигнала отраженного от системы «диод-диполь» при различных видах модулирующих воздействий.



**Обоснованность** научных положений и выводов диссертации основывается на корректном применении методов теоретической электродинамики, теории вероятностей и математической статистики, доказанными ранее и проверенными практикой, апробированного математического аппарата статистической радиофизики, а также на строгости принятых допущений и введенных ограничений.

**Достоверность** полученных результатов и выводов диссертации, степень адекватности предложенных методов, моделей и алгоритмов подтверждается физической аргументированностью и математической корректностью исследуемых вопросов, строгостью принятых допущений и введенных ограничений, проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями, получением работоспособных алгоритмов, а также совпадением полученных результатов при переходе к частным случаям с известными.

**Апробация** диссертационной работы подтверждается:

- обсуждениями на 3-х международных научно-технических конференциях «Радиолокация, навигация, связь» (г. Воронеж, 2011г., 2012г., 2013г.)
- обсуждениями на 2-х международных научно-технических конференциях «Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы» (г. Воронеж, 2011г., 2012г.,)
- публикациями 3 статей с основными положениями диссертационного исследования в рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК для публикации материалов по кандидатским и докторским диссертациям.

Поставленная научная задача в диссертации исследована полно и всесторонне. Наиболее важными **научными результатами** на наш взгляд являются:

1. Радиофизическая модель модуляции отраженного системой «диод-диполь» сигнала.
2. Экспериментальное подтверждение работоспособности системы «диод-диполь» по переносу широкополосных модулирующих воздействий в область высоких частот.
3. Уравнение дальности действия радиосистемы на основе управляемого рассеивателя типа «диод-диполь».
4. Алгоритмы оптимальных приемников-обнаружителей сигналов, отраженных от системы «диод-диполь», полученных для различных видов модулирующих воздействий.
5. Характеристики оптимальных приемников-обнаружителей для различных видов модулирующих воздействий.

Полученные в диссертации научные результаты позволяют развить существующие подходы к описанию процессов модуляции в управляемых рассеивателях, а также расширить известные направления в решении задач по синтезу и анализу оптимальных радиоприемных устройств на фоне когерентных отражений и помех. Также работа вносит вклад в расширение классов возможных сигналов, пригодных для модуляции управляемых рассеивателей.

Основное **практическое значение** работы заключается в получении модели модуляции, дающей возможность осуществлять оптимальный выбор параметров полупроводниковых диодов и модулирующих воздействий для получения максимальной глубины модуляции при минимальном энергопотреблении системы «диод-диполь». Синтезированные в работе алгоритмы оптимального приема позволяют реализовывать приемники-обнаружители для различных видов модулирующих сигналов и наборов априорных данных, что в конечном итоге приводит к увеличению дальности действия радиосистем на основе управляемых рассеивателей.

Полученные в работе научные результаты внедрены в деятельность ОАО Воронежского научно-исследовательского института «ВЕГА» и в учебный процесс Воронежского государственного университета.

Результаты работы следует использовать в деятельности организаций, занимающихся разработкой и проектированием систем радиовидения, систем радиочастотной идентификации и бесконтактного контроля доступа, а также радиоприемных устройств, таких как ОАО «Концерн «Созвездие», ФГАОУ ВО «Томский государственный университет», НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА», ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт», СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ФГБОУ ВПО «МТУСИ» и других научных и учебных организациях аналогичного профиля деятельности.

Диссертация и автореферат написан грамотно, стиль изложения соответствует общепринятым требованиям. Автореферат вполне отражает содержание диссертации.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 100 наименований, изложена на 118 страницах и содержит 51 рисунок.

Вместе с тем следует отметить и **недостатки**, присущие диссертации:

1. Радиофизическая модель модуляции получила экспериментальное подтверждение только на частоте зондирующего сигнала в 1 ГГц, хотя более высокие частоты несущей позволили бы уменьшить размеры системы «диод-



диполь», таким образом, желательно получить экспериментальное подтверждение справедливости модели модуляции для диапазона частот 5-10 ГГц.

2. Для разработанного соискателем модулятора не указаны мощности потребления при различных режимах работы, в связи с этим становится проблематично оценить энергетические характеристики радиометок и радиомаяков на основе системы «диод-диполь» с применением данного модулятора.

3. При выводе уравнения дальности действия радиосистемы использовалась упрощенная модель распространения радиоволн в свободном пространстве без учета влияния подстилающей поверхности. Данное уравнение справедливо при достаточно больших высотах подъема приемо-передающих антенн относительно земли, а для случая радиомаяков и радиометок, высота подъема над подстилающей поверхностью будет зависеть от типа маркируемого объекта, при этом диапазон возможных значений находится в пределах от нескольких сантиметров до нескольких метров. Таким образом, на применение уравнения дальности накладываются определенные ограничения, связанные с конечной высотой подъема антенн, которые не исследовались в работе.

4. При выводе уравнения дальности, в качестве приемо-передающих антенн использовались резонансные антенны – полуволновые диполи, диаграмма направленности которых имеет минимумы в радиальном направлении, а так же линейную поляризацию. Для устранения мертвых зон при работе с радиомаяками на основе «диод-диполя» необходимо, дополнить уравнение дальности на случай использования антенн с круговой диаграммой направленности и круговой поляризацией.

5. При синтезе оптимальных приемников-обнаружителей не приведены блок-схемы приемников, эквивалентные полученным алгоритмам, которые могли бы упростить задачу физической реализации оптимальных радиоприемников.

Однако сделанные замечания носят преимущественно частный характер и не снижают научной и практической ценности диссертации. Оценивая диссертационную работу Проскурякова Владимира Борисовича «Оптимизация инфокоммуникационной системы на основе управляемых рассеивателей при различных видах модулирующих воздействий» в целом, отметим, что она является научно-квалификационной работой, которая содержит ряд новых положений, связанных с решением задач синтеза и анализа алгоритмов обработки сигналов в системах с управляемыми рассеивателями, и рекомендаций по их практическому применению.

Диссертация Проскурякова В.Б. соответствует специальности 01.04.03 «Радиофизика», удовлетворяет всем требованиям ВАК Минобрнауки России,

предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Проскуряков Владимир Борисович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Отзыв на диссертацию Проскурякова В.Б. рассмотрен и утвержден на заседании кафедры радиотехники ВГТУ с участием сотрудников кафедры радиоэлектронных устройств и систем (протокол № 14 от «18» мая 2015 года.).

Заведующий кафедрой радиотехники,  
профессор кафедры, к.т.н., доцент

Б.В. Матвеев

Профессор кафедры радиотехники,  
д.т.н., доцент

А.В. Останков

Заведующий кафедрой РЭУС,  
д.ф.-м.н., профессор

Ю.С. Балашов

Почтовый адрес (рабочий): 394018, Россия, г.Воронеж, Московский пр.14,  
факультет радиотехники и электроники, кафедра радиотехники.

Телефон рабочий : +7(473)243-76-65

E-mail:VGTU-kafRT@yandex.ru

