

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фам Дык Хи «Обработка радиосигналов при обнаружении объектов с квадратичной вольтамперной характеристикой для инженерной робототехники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

**Актуальность.** Диссертационная работа Фам Дык Хи посвящена актуальной научно-технической задаче повышения эффективности нелинейных радиотехнических систем (РТС), предназначенных для обнаружения и пространственной локализации объектов, содержащих полупроводниковые компоненты с квадратичной вольтамперной характеристикой (ВАХ). Необходимость решения этой задачи особенно остра для Социалистической Республики Вьетнам в связи с необходимостью очистки территорий от предметов, содержащих электронные изделия и представляющих угрозу для населения и экономического развития. Автором убедительно показано, что существующие методы расчета характеристик нелинейных РТС не в полной мере учитывают экранирующее влияние корпуса изделия и укрывающей среды, а также поляризационные эффекты, что ограничивает точность прогнозирования характеристик нелинейных РТС. Таким образом, выбранная тема является своевременной и имеет высокую научно-техническую и социально-экономическую значимость.

**Новизна.** Анализ содержания автореферата позволяет сделать вывод, что диссертация содержит ряд новых научных результатов, отличающихся от известных подходов.

1. Предложена усовершенствованная математическая модель нелинейной РТС для свободного пространства, которая, в отличие от известных, учитывает физические процессы нелинейного рассеяния электромагнитных волн объектами с ВАХ и включает корректирующие коэффициенты  $K_1$  (экранирование) и  $K_2$  (поляризационное несовпадение). На основе модели разработан алгоритм обработки сигналов на частотах первой и второй гармоник.

2. Установлены ранее неизвестные зависимости вероятности правильного обнаружения сигнала на второй гармонике от технических параметров нелинейной РТС, экранирующих факторов и поляризационного несовпадения сигналов, что позволяет обоснованно выбирать геометрические параметры антенных систем и мощность излучения.

3. Показано, что для эффективного разделения двух близкорасположенных нелинейных объектов в пределах главного лепестка диаграммы направленности

Вход. № 134/26  
\* 05. 06 2026 г.  
подпись

необходимо обеспечить небольшое угловое отклонение осей приемных антенн от продольной оси платформы и использовать суммарно-разностный метод, обеспечивающий точность, сопоставимую с фазовым методом, но при более простой аппаратной реализации.

4. Определены технические характеристики и конструктивно-компоновочные решения мобильной нелинейной РТС («безопасная машина») с импульсной мощностью 100–200 Вт, рабочими частотами 2,4/4,8 ГГц и разнесенным размещением антенн, обеспечивающие эффективное обнаружение объектов на расстоянии до 30 м.

**Достоверность** полученных результатов подтверждается корректным применением методов математического и имитационного моделирования, совпадением теоретических выводов с экспериментальными данными, а также публикациями в рецензируемых журналах из перечня ВАК и апробацией на всероссийских и международных конференциях.

**Практическая значимость** работы не вызывает сомнений: разработанные инженерные формулы и алгоритмы могут быть использованы при проектировании мобильных нелинейных РТС для дистанционного обнаружения и локализации объектов с нелинейными свойствами, а также внедрены в учебный процесс по радиотехническим дисциплинам. Наличие двух патентов на изобретение и свидетельства о регистрации программы для ЭВМ подтверждает высокий прикладной уровень диссертационной работы.

**Оформление.** Автореферат имеет четкую логическую структуру: во введении обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи; в первом разделе проведен аналитический обзор; во втором разделе приведена математическая модель нелинейной РТС и вывод основных уравнений; в третьем разделе исследованы методы угловой локализации и представлены результаты имитационного моделирования.

Содержание автореферата соответствует паспорту специальности 2.2.13.

**Замечания.** В качестве замечаний по автореферату можно отметить:

1. Из текста не совсем ясно, каким образом учитывалось влияние формы основания спиральной антенны (цилиндрической или конической) на итоговую вероятность обнаружения. На рисунке 8 приведены диаграммы направленности, но количественные сравнения для разных форм в выводных формулах не детализированы.

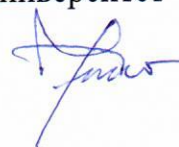
2. Алгоритм обработки сигналов (рис. 20) описан достаточно схематично; не указано, каким образом выбирается пороговое значение ( $K_{\text{пор}}$ ) при изменяющихся

условиях экранирования и поляризации в реальном времени. Возможно, это сделано в полном тексте диссертации.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и носят рекомендательный характер.

**Заключение.** Диссертационная работа Фам Дык Хи является завершенным научно-квалификационным исследованием, в котором решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности нелинейных радиотехнических систем путем совершенствования методов обработки сигналов и учета реальных условий распространения. По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости и объему представленных материалов диссертация соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор – Фам Дык Хи – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Профессор кафедры автоматики и информационных технологий в управлении  
Рязанский государственный радиотехнический университет  
им. В.Ф. Уткина, д.т.н., профессор,  
профессор кафедры АИТУ



В.К. Клочко

Тел.: 8 (920) 972-17-56, e-mail: klochkovk@mail.ru

Подпись профессора Клочко Владимира Константиновича заверяю:

Проректор РГРТУ по научной  
работе и инновациям



С. И. Гусев

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1, тел.: +7(4912) 72-03-03  
Факс: (4912) 92-22-15, e-mail: [rgrtu@rsreu.ru](mailto:rgrtu@rsreu.ru)

« 05 » 05 2026 г.