

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника  
Военной академии войсковой  
противовоздушной обороны  
Вооруженных Сил Российской Федерации  
по учебной и научной работе  
полковник

«22» мая 2026 г.

А.Титовский



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Нгуена Ван Кыонга на тему «Обнаружение СВЧ-сигналов, рассеянных коррозионно-разрушенными объектами, в условиях ландшафтно-почвенных зон Вьетнама», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

**Диссертационная работа** Нгуена Ван Кыонга посвящена разработке и усовершенствованию метода расчета дальности обнаружения слабоконтрастных электрических неоднородностей радиоприёмным устройством на частоте третьей гармоники, учитывающего коэффициент заполнения импульсов и угол наклона электромагнитных колебаний (ЭМК) в нелинейной радиотехнической системе (РТС) для повышения отношения сигнал-шум и уменьшения потерь передачи СВЧ-сигнала вдоль поверхности Земли в типичных ландшафтно-почвенных зонах Вьетнама.

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена необходимостью разрешения существенного противоречия в практике исследуемой предметной области между существующими методами обнаружения, возникающего при обнаружении СВЧ-сигналов, рассеянных коррозионно-разрушенными объектами (КРО) в ландшафтно-почвенных зонах Вьетнама и недостаточной изученностью моделей обнаружения слабоконтрастных электрических неоднородностей с кубической вольтамперной характеристикой (ВАХ).

В связи с этим, целью диссертационной работы является разработка усовершенствованного метода расчета дальности обнаружения слабоконтрастных электрических неоднородностей радиоприёмным устройством на частоте третьей гармоники, учитывающего коэффициент заполнения импульсов и угол наклона ЭМК в нелинейной РТС для повышения отношения сигнал-шум и уменьшения потерь передачи СВЧ-сигнала вдоль поверхности Земли в типичных ландшафтно-почвенных зонах Вьетнама.

В соответствии с результатами анализа прагматической и теоретической проблематики соискателем корректно выбраны объект (слабоконтрастная неоднородность с кубической ВАХ, представленная в виде множества мелких

Вход. № 124/26  
« 04 » 06 2026 г.  
подпись

контактов вида «металл-оксид-металл» (МОМ) на поверхности КРО, создающих эффект вторичного радиоизлучения на частоте третьей гармоники) и предмет исследования (процесс обнаружения третьей гармоники, возникающей при рассеянии радиоволн на поверхности КРО с прямоугольной формой металлических оболочек, а также пространственный анализ характеристик создаваемого такой поверхностью радиоизлучения на частоте третьей гармоники).

**Научная новизна результатов исследования** определяется:

усовершенствованной моделью и методом радиообнаружения КРО по третьей гармонике СВЧ-сигнала, впервые полученной инженерной формулой расчёта дальности радиообнаружения рукотворного объекта, учитывающей как основные, так и дополнительные потери передачи при прохождении радиосигнала сквозь растительность, вдоль влажной и сухой поверхности грунта;

установленной ранее не описанной зависимостью интегрального коэффициента передачи СВЧ-сигнала в нелинейной РТС обнаружения рукотворных объектов, укрытых слоем растительности, от эффективности возбуждения поверхностной радиоволны; показано, что при углах эллиптической поляризации радиоволн  $\theta = 15\text{--}20^\circ$  обеспечивается надёжное выявление КРО на дистанциях до 20 м вне зависимости от степени насыщенности грунта влагой;

энергетическим преимуществом режима работы нелинейной РТС с переменным коэффициентом заполнения  $D(i) \in [0,001; 0,1]$ : показано, что такой режим позволяет увеличить отношение «сигнал–шум» на входе радиоприёмного устройства примерно на 10 дБ по сравнению с РТС, излучающей непрерывный радиосигнал, а регулирование длительности радиоимпульсов обеспечивает формирование равномерной плотности потока мощности СВЧ-сигнала на поверхности грунта при различных углах падения радиоволны, что существенно повышает эффективность мониторинга типичных ландшафтно-почвенных зон Вьетнама;

полученной количественной зависимостью интенсивности рассеяния третьей гармоники монохроматического СВЧ-сигнала от угла падения радиоволны и геометрии КРО, металлическая оболочка которого состоит из множества мелких контактов вида МОМ; показано, что значения коэффициента нелинейного рассеяния КРО (КНРО) лежат в диапазоне  $10^{-10}\text{--}10^{-12} \text{ м}^6/\text{Вт}^2$ , что обеспечивает надёжное обнаружение рукотворных объектов на расстояниях до 20 м.

Все положения, выдвинутые соискателем на защиту, отражены в научных трудах соискателя, опубликованных рецензируемыми научными изданиями из перечня ВАК. Общее количество публикаций соответствует предъявляемым требованиям.

**Теоретическая значимость диссертации** определяется рядом оригинальных результатов в области теории нелинейного рассеяния радиоволн на объектах с кубической ВАХ и подходов к моделированию электромагнитных полей и волн (ЭМП и В) в нелинейных РТС.

**Практическую значимость результатов** составляют:

разработанные рекомендации по созданию нелинейных РТС мониторинга местности для мобильных РТК, позволяющих осуществлять дистанционное обнаружение и угловую локацию слабоконтрастных электрических неоднородностей с кубической ВАХ по СВЧ-сигналу на третьей гармонике;

инженерные расчетные формулы для радиолинии второго рода на частоте третьей гармоники, необходимые для оценки дальности обнаружения, энергетического потенциала системы и оптимизации параметров импульсного режима и поляризации СВЧ-сигнала, излучаемого нелинейной РТС с борта мобильного РТК;

созданная математическая модель радиолинии второго рода на частоте третьей гармоники, реализованная в компьютерной программе «Программа для исследования радиолиний с нелинейным объектом вторичного излучения».

**Обоснованность** полученных результатов обеспечивается корректным применением избранных методов математического и компьютерного моделирования. Теоретические зависимости для радиолинии второго рода и нелинейного рассеяния на третьей гармонике выводились аналитически и проверялись с помощью компьютерного моделирования и измерений амплитуды гармонических откликов, соотнесенных с ЭПР КРО различной формы.

**Достоверность** полученных результатов подтверждается совпадением, как на количественном, так и на качественном уровне, с результатами, опубликованными в научных публикациях и полученными другими авторами при изучении эффекта нелинейного рассеяния радиоволн и вопросов моделирования процесса обнаружения сигналов в нелинейных РТС.

В литературном и профессиональном отношении автореферат составлен грамотно и доказательно, из его содержания следует, что структура и составные части диссертации логично выстроены и взаимосвязаны, что позволило соискателю в полной мере реализовать системный подход к решению поставленной научной задачи. Качество отработки материалов свидетельствует о высоком уровне исполнительской культуры соискателя и значительно усиливает положительный эффект от восприятия работы в целом.

В целом, новые результаты, полученные в диссертации лично соискателем, позволяют сделать вывод о том, что в работе решена актуальная научная задача, имеющая существенное значение для развития страны. Диссертационная работа имеет требуемый научный уровень, основные выводы и рекомендации базируются на глубокой проработке решаемой научной задачи, логически обоснованы, подкреплены необходимым фактическим материалом, что позволяет говорить о внутреннем органичном единстве проведенных соискателем исследований.

Вместе с тем, необходимо отметить следующие критические замечания по материалам автореферата:

из автореферата неясно, по каким параметрам выбирается антенное оборудование, работающее на двух частотах 3,3 и 10 ГГц;

из автореферата неясно, что представляет собой конструкция приёмной антенны для второй и третьей гармоник;

в автореферате отсутствует сравнение уровня гармоник между собой, как в свободном пространстве, так и в условиях наличия отражающей поверхности, что не позволяет определить правильность выбора вида приемной антенны.

Указанные замечания не снижают общего научного уровня и практической значимости выводов и полученных результатов выполненной диссертационной работы. Иллюстративный материал в автореферате представлен в достаточном объеме, каждый этап диссертационного исследования и возможность практического внедрения представленных разработок в автореферате раскрыты полностью.

**Вывод:** исходя из содержания автореферата, диссертация является полноценной, самостоятельно выполненной и завершённой научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для развития теории и практики радиотехники, в том числе систем и устройств телевидения.

По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объёму полученных результатов диссертационное исследование соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», которым должна отвечать кандидатская диссертация.

Автор работы, Нгуен Ван Кыонг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв подготовили:

Я, Алексанян Ирина Эдуардовна, даю свое согласие на обработку моих персональных данных и включение их в аттестационное дело Нгуен Ван Кыонг; доцент 11 кафедры (специальных радиотехнических систем) кандидат технических наук (05.20.02), доцент



Алексанян Ирина Эдуардовна

Я, Сухотин Валерий Викторович, даю свое согласие на обработку моих персональных данных и включение их в аттестационное дело Нгуен Ван Кыонг; доцент 11 кафедры (специальных радиотехнических систем) кандидат технических наук (20.02.25), доцент



Сухотин Валерий Викторович

Отзыв обсужден и одобрен на заседании 11 кафедры (специальных радиотехнических систем), протокол № 34 от 21 мая 2026 г.

Врио начальника 11 кафедры (специальных радиотехнических систем) кандидат технических наук (20.02.25), доцент подполковник



Зарембо Андрей Викторович

«22» мая 2026 г.

Сведения об организации:

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная ордена Кутузова академия войсковой противовоздушной обороны Вооруженных Сил Российской Федерации имени Маршала Советского Союза А.М.Василевского» Министерства обороны Российской Федерации

Адрес: 214027, г. Смоленск, ул. Котовского, 2; телефон: 8(4812) 27-25-58; электронная почта: vavrho-na@mil.ru.

Подписи, учёные степени, учёные звания Алексанян Ирины Эдуардовны и Сухотина Валерия Викторовича заверяю

Помощник начальника академии по службе войск и безопасности военной службы – начальник строевого отдела подполковник



Трифоненков Владислав Игоревич

«22» мая 2026 г.