

127083, г. Москва, ул. 8 Марта, д. 10, стр. 1, тел.: +7 (495) 612-99-99, факс: +7 (495) 614-06-62  
E-mail: info@rti-mints.ru, ОКПО 11498931, ОГРН 1027739323831, ИНН/КПП 7713006449/774550001

17.02.2022 № МИ/И-0623/01/22 Председателю совета по защите  
диссертаций на соискание ученой степени  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ кандидата наук, на соискание ученой  
степени доктора наук ДС 24.2.327.01 на  
базе ФГБОУ ВО „Московский  
авиационный институт (национальный  
исследовательский университет“  
доктору технических наук, профессору  
Ю.В. Кузнецову  
МАИ, Волоколамское шоссе., д. 4,  
Москва, 125993

Об отзыве ведущей организации

Уважаемый Юрий Владимирович!

Высылаю отзыв ведущей организации Акционерного общества «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» (АО РТИ) на диссертацию Игониной Юлии Валерьевны на тему: «Обнаружение и сопровождение людей при радиолокационном зондировании помещений через стену», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 – Радиолокация и радионавигация.

Приложение: 1. Отзыв ведущей организации на 5 л. в 2 экз.

Заместитель генерального директора по научной работе  
д.ф.-м.н., профессор



А.Н. Леухин

Исполнитель: Буханец Д.И.,  
dbukhanets@rti-mints.ru, тел. (495) 612-99-99, доб. 2096

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

22 02 20 22



127083, г. Москва, ул. 8 Марта, д. 10, стр. 1, тел.: +7 (495) 612-99-99, факс: +7 (495) 614-06-62  
E-mail: info@rti-mints.ru, ОКПО 11498931, ОГРН 1027739323831, ИНН/КПП 7713006449/774550001

### УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель генерального директора  
АО «Радиотехнический институт имени  
академика А.Л. Минца» по научной работе  
доктор физико-математических наук,  
профессор

«17» февраля 2022 г. А.Н. Леухин



### ОТЗЫВ

ведущей организации акционерного общества «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» на диссертацию Игониной Юлии Валерьевны «Обнаружение и сопровождение людей при радиолокационном зондировании помещений через стену», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 – Радиолокация и радионавигация

#### Актуальность темы диссертационной работы

Современные стандарты требуют обнаружение и сопровождение целей в радиолокаторах зондирования через стену, которые сохраняют работоспособность при наличии интерференционных помех, является одним из необходимых требований, предъявляемых в современной радиолокации. В большинстве случаев для радиолокационного обнаружения живых людей использовались характерные признаки таких целей, однако, использование какого-либо одного признака является недостаточным для построения эффективных алгоритмов обнаружения и сопровождения целей при радиолокационном зондировании помещений через стену. Следовательно, использование подхода, содержащего максимально возможное число признаков, каждый из которых характеризует отличительные свойства полезных целей, обеспечивает целый ряд преимуществ по сравнению с известными методами, применяемыми в традиционных радиолокаторах зондирования через стену.

Диссертационная работа Ю.В. Игониной направлена на решение **актуальной задачи** по обнаружению и сопровождению людей при радиолокационном зондировании помещений через стену.

«22 02 2022»

зондировании помещений через стену при использовании множества информативных признаков, характеризующих различные свойства радиолокационных сигналов. В работе предложено определение набора признаков полезных сигналов, отражающих отличительные свойства радиолокационных целей, а также разработана методика оценки информативности признаков.

Диссертационная работа состоит из введения, перечня сокращений, четырех глав, заключения, приложения и списка литературы. Объем и оформление работы соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Введение диссертационной работы содержит обзор литературы по методам и алгоритмам обнаружения и сопровождения людей при радиолокационном зондировании помещений через стену. Поставлены цель и основные задачи исследования, представлены описание состава и структуры работы, ее научная новизна, практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

В диссертации описаны особенности построения РЗЧС, основными из которых являются: малая дальность действия (не более 50 м) и высокая разрешающая способность (не хуже 1м). Описан алгоритм пространственной фильтрации сигналов, приходящих с различных угловых направлений линейной антенной решетки в случае использования зондирующего СЧМ сигнала.

Проведен анализ видов стен, а также влияние геометрических и электрических характеристик стен, таких как толщина и диэлектрическая проницаемость на точность измерения координат целей.

Рассмотрены характеристики живых людей, как радиолокационных целей при решении задач обнаружения и сопровождения.

Рассмотрен принцип действия РЗЧС. Приведена структурная схема одноканальной многочастотной РЗЧС, использующая СЧМ сигнал.

Рассмотрены свойства СЧМ сигнала, проведен анализ его автокорреляционной функции (АКФ). Описан метод оптимального приема и обработки СЧМ сигнала.

Описан алгоритм формирования двумерных кадров данных в координатах «азимут\*дальность» и перевод их в декартову систему координат.

Описаны признаки подвижных целей, полученные на основе анализа СЧМ сигналов при отражении от людей, которые условно можно разделить на статические и динамические. Последние формируются на основе результатов некоторой последовательности предшествующих кадров и характеризуют свойства полезных сигналов в течение ограниченного интервала времени. Введен новый признак на основе дисперсии отсчетов межкадровых сигналов,

характеризующий степень изменчивости амплитуды сигнала в каждом элементе  $(n,m)$ .

Предложен метод вторичной обработки сигналов в РЛС малой дальности, основанный на использовании методов теории распознавания образов. Суть предлагаемого подхода заключается во введении различных признаков полезных целей (объектов, подлежащих обнаружению и сопровождению), формируемых в каждом элементе разрешения (азимут-дальность) двухкоординатной РЛС. Значения признаков – бинарные (0 или 1), определяются путем сравнения функций амплитуд сигналов первичной обработки с адаптивными порогами. Результирующая статистика, формируемая на основе пяти введенных признаков, также принимает бинарные значения, которые определяются методом голосования.

Введен метод расчета информативности признаков, основанный на вычислении среднего нормированного значения межклассового расстояния образов. Получены формулы для расчетов среднего значения проекции межклассового расстояния и среднего значения внутриклассового разброса образов, используемые при расчете информативности признаков.

Описаны виды целей и их математические модели при компьютерном моделировании. Также описаны виды сигналов мешающих отражений и шумов.

Представлен алгоритм работы и блок-схема программного комплекса, реализующего задачу обнаружения людей за стеной. Также приведен код программы для реализации поставленной задачи. Приведено описание программ.

Особый интерес представляют результаты тестирования разработанного алгоритма, полученные на основе компьютерного моделирования и натуральных экспериментов. Анализ информативности введенных признаков показал, что наибольшей информативностью обладает признак «дисперсия». Его информативность превышает информативность других признаков в 3...10 раз в зависимости от числа целей и условий зондирования.

Для оценки качества вторичной обработки введены показатели эффективности, учитывающие появление ложных отметок и пропуски целей в течение заданного интервала времени наблюдения. Представлены результаты вторичной обработки данных, полученных на основе натурального эксперимента с макетом радара. Оценки значений показателей эффективности вторичной обработки разработанного метода продемонстрировали высокие результаты, подтверждающие целесообразность его применения на практике.

В заключении приведены основные выводы и результаты диссертационной работы.

При выполнении диссертационной работы использовались правильно подобранные методы математического анализа, теории вероятности и математической статистики, статистического моделирования.

## **Научная новизна и практическая значимость**

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что в результате диссертационных исследований:

разработан метод построения алгоритмов обнаружения и сопровождения людей при радиолокационном зондировании помещений через стену, основанный на использовании множества признаков полезных сигналов.

предложен метод расчета информативности признаков, позволяющий получать количественные оценки информативности и на этой основе проводить ранжировку признаков.

предложен интегральный признак усредненных разностей сигналов, полученных при различных значениях межкадровых интервалов, имеющий высокую эффективность при обнаружении целей с негармоническими и нестационарными микроперемещениями в пространстве.

разработана методика оценки погрешностей измерения координат целей при зондировании помещений с учетом геометрических и электрических параметров стен и перегородок.

Новые результаты получены путем корректного использования методов математического анализа, теории вероятности и математической статистики, статистического моделирования. Они подтверждены результатами натурных экспериментов, реализованных на основе предложенных научных идей, а также совпадениями результатов имитационного моделирования с полученными аналитическими решениями и являются **обоснованными и достоверными**.

**Практическая ценность** работы заключается в том, что разработанные методы и алгоритмы могут быть использованы при проведении контртеррористических операций, контроле помещений с опасными для человека условиями, обнаружении и контроле перемещения людей за оптическими непрозрачными преградами, дистанционном досмотре транспортных средств.

### **Достоинства и недостатки диссертации**

Диссертационная работа написана на профессиональном уровне и при этом не вызывает сложностей при прочтении.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени опубликованы и апробированы. По теме диссертации опубликовано 7 работ, из них 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и тезисы докладов на 3-х научно-технических конференциях. Полученные в диссертационной работе результаты достоверны, а выводы и заключения имеют обоснования.

Однако в работе имеются следующие **недостатки**:

в диссертации отсутствует анализ влияния большего количества признаков полезных сигналов, отражающих отличительные свойства радиолокационных целей;

в процедуре обнаружения и сопровождения целей при отображении

вторичной информации не рассмотрено использование нейронных сетей;

в работе отсутствует численное значение максимально возможной скорости перемещения цели, используемое при расчетах.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и **решена важная научная задача**, внесшая вклад в исследование эффективности алгоритмов обнаружения и сопровождении людей при радиолокационном зондировании помещений через стену при использовании множества информативных признаков, характеризующих различные свойства полезных радиолокационных сигналов. Результаты и выводы, полученные в диссертации, имеют важное прикладное значение и могут быть использованы в задачах обнаружения и сопровождения людей при зондировании помещений через стену, в том числе, при проведении контртеррористических операций.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

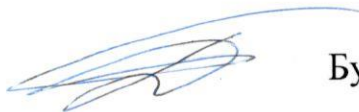
Диссертационная работа «Обнаружение и сопровождение людей при радиолокационном зондировании помещений через стену» полностью соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Игонина Юлия Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 – Радиолокация и радионавигация.

Отзыв ведущей организации по диссертации Игоиной Ю.В. был обсужден и одобрен на заседании секции № 1 Научно-технического совета АО «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» 14 февраля 2022 г., протокол № 36.

Отзыв составил:

Начальник отдела – ученый секретарь

АО «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца»,  
доктор технических наук



Буханец Дмитрий Иванович

« 17 » 02 2022 г.