

10.12.2024 № 5/100/22  
На № 035-10-289/3 от 18.11.2024  
Лист № 1/3



УТВЕРЖДАЮ  
Директор по НИОКР  
АО Концерн  
радиостроения «Вега»

*[Handwritten Signature]*

В.В. Мекекечко

12 2024 г.

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Козлова Романа Юрьевича на тему: «Обработка сверхширокополосных сигналов в радиолокаторах для обнаружения и сопровождения людей в помещениях через стены», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 — «Радиолокация и радионавигация».

Работа соискателя Козлова Р. Ю. посвящена алгоритмам обнаружения и сопровождения людей в помещении при радиолокационном зондировании через стену.

### **Актуальность темы исследования:**

Работы в этом направлении начались несколько десятилетий назад и в настоящее время имеются серийно выпускаемые РЗЧС как в России, так и в других странах. Однако проблема улучшения тактико-технических характеристик подобных радиолокаторов остается актуальной и в настоящее время. На этом пути возникают трудности, связанные со спецификой работы РЗЧС, которые до сих пор преодолены не полностью, — это сильная изменчивость сигналов в зависимости не только от того движется ли человек или нет, но также и от положения радиолокатора, и от направления зондирования. Также при радиолокационном зондировании возникает множество интерференционных помех, приводящих не только к существенному ослаблению полезных сигналов, вплоть до их полного пропадания, но также и к скачкообразным изменениям значений измеряемых координат по дальности и направлению прихода сигналов.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«10» 12 2024 г.

*Цель диссертационной работы* автора заключена в разработке эффективных алгоритмов обнаружения людей в помещении с помощью радиолокатора зондирования через стену, позволяющих повысить качество обнаружения целей в условиях действия интерференционных помех

*Теоретическая значимость* работы состоит в создании новых методов обработки радиолокационных сигналов, что позволяет значительно повысить точность обнаружения и сопровождения людей в сложных условиях. Эти разработки представляют собой важный вклад в область радиолокации и могут быть использованы в дальнейшем для улучшения существующих подходов и алгоритмов.

*Практическая значимость* результатов исследования:

- 1) Разработанные модели сигналов, отраженных от людей, позволяют проектировать фильтры, обеспечивающие повышение значения отношения-сигнал-шум.
- 2) Разработанные алгоритмы сглаживания траекторий целей позволяют существенно повысить точность измерения их координат.
- 3) Разработан и реализован в виде специального программно-математического обеспечения алгоритм обнаружения и сопровождения людей в помещениях при зондировании радиолокатором через стену, который также устойчив к интерференционным помехам
- 4) На примере обработки реальных измерений экспериментально продемонстрировано сопровождение людей в помещении без аномального изменения координат

*Научная новизна результатов исследования:*

1) Алгоритм предварительной обработки СЧМ сигналов, использующий нелинейное преобразование амплитуд комплексных отсчетов и позволяющий скомпенсировать амплитудно-частотные искажения сигнала при его приеме в условиях зондирования помещений через стену.

2) Модель сигнала, характеризующего форму и основные свойства сигналов, отраженных от людей с учетом дыхания и движения различными частями тела человека.

3) Алгоритм согласованной фильтрации сигналов на основе разработанной модели сигналов, отраженных от людей.

4) Алгоритм сглаживания траектории движения цели, учитывающий влияние интерференционных помех на точность измерения координат и позволяющий значительно повысить точность измерения координат обнаруженных целей.

Автореферат и опубликованные Козловым Р. Ю. работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

В целом, работа написана ясным и четким научным языком, на современном уровне, доказательно. Однако, по материалам диссертационной работы можно сделать следующие замечания:

1. На структурной схеме приёмника СЧМ-сигнала на рис. 1.2 показан квадратурный детектор, хотя на рис. 1.5 показан амплитудно-фазовый детектор. Нет обоснования, почему автор для реализации приёмника СЧМ-сигналов выбрал не классический квадратурный детектор.
2. Нет обоснования использования окна Кайзера при расчёте развёртки по дальности.
3. На рис. 3.7 визуальное полезный сигнал на рисунках несильно отличается. Не приведена количественная оценка работы алгоритмов НРО, ЧПВ и ЛД для случая ходящего человека в помещении.
4. Автор сослался на книгу И.Я. Иммореева «Биорадиолокация». Автор в диссертации не указал, можно ли померить пульс человека при помощи радиолокационного зондирования в обстановке, указанной в четвёртой главе.
5. На рисунке 4.8а визуальное отражения от неподвижного человека, хотя после обработки на рис. 4.8б от него есть отметка.

Несмотря на отмеченные выше замечания, диссертационная работа является глубоким, серьезным и тщательно выполненным научным исследованием.

При этом стоит отметить, что при подготовке работы автором уделено должное внимание не только глубокому ее содержанию, но и оформлению. В частности, грамотно составлены все необходимые разделы, выводы по каждой главе, так и в целом заключение. В приложении выделены аспекты, которые являются направлением для дальнейших исследований.

Основные результаты работы опубликованы в 3 печатных работах (в изданиях, входящих в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук). Результаты работы использовались в образовательных программах ФБГУ ВО МАИ и в АО «Корпорация «Фазотрон-НИИР», что подтверждается соответствующими актами.

Суммируя вышесказанное и учитывая общий объем проведенных исследований и полученные результаты, считаю, что представленная к защите диссертационная работа Козлова Р. Ю. является законченным квалификационным научным исследованием, соответствует требованиям ВАК МО РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16— «Радиолокация и радионавигация».

Кандидат технических наук,  
Начальник отдела по научно-  
исследовательской работе  
Научно-образовательного центра  
АО «Концерн радиостроения «Вега»  
121170, г. Москва,  
Кутузовский проспект, д. 34

Подпись к.т.н.  
Е.В. Майстренко заверяю

09. декабря 2024

09.12.2024

С отрывком ознакомлен 10.12.2024 Козлов Р.Ю.

Майстренко  
Евгений Владимирович  
тел.: +7 (499) 753 40 04  
(доб. 1215),  
моб.: +7 (916) 339 70 03,  
e-mail: emaistrenko@mail.su,  
evgeni-maistrenko@yandex.ru

Заместитель начальника  
управления по работе  
с персоналом  
И.В. Самойленко