

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию Плучевского Андрея Владимировича на тему **«Метод автоматического распознавания пешеходов в дорожной сцене по многокомпонентной доплеровской спектрограмме для радиолокационных систем беспилотного автотранспорта»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация.

### **1. Актуальность темы**

Диссертационная работа Плучевского А.В. посвящена вопросам распознавания объектов в дорожной сцене с помощью малогабаритных бортовых радиолокационных станций. Необходимость применения РЛС обусловлена тем, что другие известные виды устройств получения информации не обеспечивают необходимого качества распознавания в требуемых условиях, что в свою очередь может привести к серьезным авариям с угрозой для жизни человека. Современное развитие технологий и материально-технической базы существенно улучшило характеристики радиолокаторов, используемых для гражданского автотранспорта. Однако, в первоисточниках, посвященных вопросам цифровой обработки сложных сигналов для распознавания целей, до сих пор не представлено удовлетворительного решения этой проблемы. Поэтому тема диссертации Плучевского А.В. безусловно является актуальной.

### **2. Научная новизна и практическая значимость исследований**

В диссертационной работе А.В. Плучевского представлены результаты, обладающие научной новизной и имеющие практическую значимость:

1. Разработаны упрощенные модели доплеровских спектрограмм пешехода и автомобиля, определяющие информационный признак, необходимый для распознавания.

2. Предложен метод обработки доплеровской спектрограммы для выделения информационного признака пешехода.

3. Разработан метод распознавания пешеходов по доплеровской спектрограмме на фоне движущихся автомобилей в дорожной сцене, на основе теории обнаружения сигналов.

Практическая значимость подтверждается соответствующими актами внедрения результатов диссертации в работу АО «Когнитив» по созданию

радиолокационного комплекса для беспилотных транспортных средств и в работу центра НТИ «Сенсорика» по разработке курса повышения квалификации «Принципы построения радиолокационных датчиков для систем активной безопасности и навигации беспилотных транспортных средств».

Автор провел сложное экспериментальное исследование, требующее высокой научно-технической квалификации. Данные, полученные в ходе экспериментов, представляют самостоятельную научную ценность.

#### **4. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Научные положения достаточно аргументированы содержанием работы и не противоречат общеизвестным подходам.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается экспериментальными исследованиями и согласованностью с материалами, полученными другими авторами в данном направлении.

Автор ссылается на 98 источников, из них 68 – это новейшие научные публикации непосредственно по теме диссертации. Это указывает на достаточную осведомленность автора об исследуемой теме.

Две публикации без соавторов в журналах из перечня ВАК, в которых изложены основные результаты диссертации, подчеркивают высокий личный вклад автора и самостоятельность в проведенных исследованиях.

#### **5. Краткая характеристика основного содержания диссертации**

Диссертация А.В. Плучевского состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения.

Во **введении** обосновывается актуальность диссертационного исследования; формулируется цель и основные задачи работы, приведены научная новизна, практическая значимость работы и положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** автор приводит сравнение радиолокационных методов получения информации с другими методами, после чего обосновывает использование радиолокаторов для распознавания целей в дорожной сцене. Глава содержит описание основных методов получения радиолокационной информации. Рассмотрена постановка задачи распознавания целей и признаки, получаемые по радиолокационным измерениям. В главе рассмотрены доплеровские спектрограммы, полученные при измерениях с высокой разрешающей способностью по скорости (0.2 км/ч) и представлены модели спектрограмм для объектов дорожной сцены.

Во **второй главе** описаны, разработанные автором, модели спектрограмм на основе сравнительного анализа существующих моделей и собственных экспериментальных исследований. Автором установлено, что доплеровский спектр радиолокационного сигнала, отраженного от пешеходов, периодически изменяется во времени. Периодичность изменения доплеровского спектра является признаком, на основании которого в диссертации строится метод распознавания. Распознавание осуществляется при обработке доплеровской спектрограммы. Разработана блок-схема целостного алгоритма, объединяющего в себе выделение информационного признака и принятие решения с соответствующими пояснениями. Вся обработка происходит в цифровом виде. Исследованы характеристики помехоустойчивости разработанного метода.

В **третьей главе** описана методика проведения натурального экспериментального исследования. Приведены сценарии проведения эксперимента, характеристики движения целей, представлена экспериментальная установка, описаны характеристики используемого радиолокатора и параметры излучаемого сигнала. Основным результатом проведенных экспериментов является полученная зависимость вероятности правильного обнаружения от отношения сигнал/шум при фиксированной вероятности ложной тревоги. Проведено сравнение помехоустойчивости разработанного алгоритма с методами распознавания, представленными в других научных публикациях по аналогичной тематике.

Текст автореферата соответствует содержанию диссертации.

В целом диссертация А.В. Плучевского является законченным исследованием, которое посвящено решению актуальной задачи распознавания пешеходов в дорожной сцене. Поставленные в работе задачи выполнены, цель успешно достигнута.

## **6. Замечания**

1. В формуле 2.1 автор указывает, что разброс измеряемой скорости автомобиля относительно земли будет меньше, чем модуль скорости автомобиля, но не приводит соответствующие разъяснения на спектрограммах.

2. Изложенный материал страдает отсутствием более широкого взгляда на информационную способность радиолокационного метода. В частности, отвергается алгоритм опознавания цели по эллипсоиду отраженного сигнала, дающий эффективный дополнительный параметр

распознавания по геометрии цели, то есть отношения горизонтального и вертикального размеров цели.

3. Используется сравнительно простая модель цели, то есть облучение одного пешехода. Вместе с тем на улице человек часто проходит группой. В этом случае спектрограмма существенно усложняется в пределе, при движении большой группы пешеходов, на выходе приемника РЛС получим шум, приближающийся к белому. Что делать в этом случае? Автор подобную модель не рассматривает.

4. Не оценивается возможность использования вейвлет-преобразования для этой задачи.

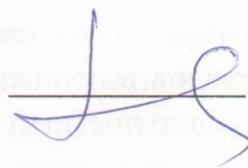
При современном состоянии микроэлектроники осторожность автора по поводу сложности и цены аппаратного обеспечения при использовании более сложных алгоритмов, на мой взгляд не имеют серьезной аргументации.

Указанные недостатки не снижают ценность диссертации и не влияют на общее положительное впечатление от работы.

#### **Заключение**

Диссертационное исследование Плучевского Андрея Владимировича является завершенной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».

Официальный оппонент  
Шайдуров Георгий Яковлевич,  
доктор технических наук, профессор,  
заслуженный деятель науки и техники РФ,  
профессор кафедры радиотехнических войск  
военно-космических сил Военно-учебного центра  
ФГАОУ ВО «Сибирского Федерального Университета».



Г.Я. Шайдуров

Адрес: пр. Свободный, 79, г. Красноярск, 660041.

Тел.: 83912538909

e-mail: gshy35@yandex.ru

http://www.sfu-kras.ru



ФГАОУ ВО СФУ  
Подпись Шайдуров Г.Я. заверяю  
руководитель общего отдела  
04 12 2018