

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.125.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 23.12.2014 № _____

О присуждении Шнайдеру Виктору Борисовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Радиолокационная система обеспечения безопасности движения наземных транспортных средств» по специальности 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация» (технические науки) принята к защите 14 октября 2014 года, протокол №13, диссертационным советом Д 212.125.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, Москва, А-80, ГСПЗ, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Шнайдер Виктор Борисович 1986 года рождения, в 2010 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет) «МАИ». В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной целевой аспирантуре кафедры «Радиоприемные устройства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», которую окончил в 2013 году. В настоящее время соискатель работает на полную ставку ассистента кафедры «Радиоприемные устройства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 407 «Радиоприемные устройства».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Расторгуев Владимир Викторович**, доцент кафедры 407 «Радиоприемные устройства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Шмелев Александр Борисович**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ведущий научный сотрудник автономной экспертной группы Открытого акционерного общества «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца»;

2. **Коваленко Александр Иванович**, кандидат технических наук, начальник отдела 111 Открытого акционерного общества «Научно-исследовательский институт точных приборов»;

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А.И. Берга»**, г. Москва, в своём положительном заключении, подписанным начальником научно-тематического отдела, заслуженным деятелем науки РФ, д.в.н, профессором О.В. Король и с.н.с., к.т.н. В.М. Пахомовым, утверждённым на заседании НТС ФГУП «ЦНИРТИ», указала, что диссертация «Радиолокационная система обеспечения безопасности движения наземных транспортных средств» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют большое теоретическое и практическое значение. Из полученных в диссертационной работе результатов наибольший интерес с точки зрения практического использования представляет модель фоноце-

левой обстановки для автомобильной РЛС, разработанная инженерная методика проектирования автомобильной РЛС, а также прикладное программное обеспечение, реализующее алгоритмы формирования и обработки радиолокационного изображения в автомобильной РЛС. В отзыве отмечается, что результаты диссертации целесообразно использовать: при проектировании и разработке панорамных автомобильных РЛС (АРЛС) переднего обзора с высоким пространственным разрешением, в учебных процессах ВУЗов, осуществляющих подготовку специалистов по вопросам обеспечения безопасности движения наземных транспортных средств.

По диссертации Шнайдера В.Б. отмечены следующие замечания:

1. Приведённый в тексте диссертации алгоритм многоканального следящего измерителя расстояния до обочины строится только для участка прямой дороги (или со слабым поворотом) и не учитывает наличие перекрёстков и примыкание дорог.
2. В работе не использованы известные методы когерентного накопления сигналов, что приводит к потерям не менее 3 дБ в отношении сигнал/шум.

Сделан вывод, что диссертация на тему «Радиолокационная система обеспечения безопасности движения наземных транспортных средств» является законченной самостоятельной работой, посвящённой решению актуальной научно-технической задачи, полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание учёной степени кандидата технических наук, содержит научно обоснованные технические решения, а её автор – Виктор Борисович Шнайдер заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 - «Радиолокация и радионавигация». Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС ФГУП «ЦНИРТИ им. Академика А.И. Берга», протокол № 11 от 04.12.2014г.

Соискатель имеет 10 печатных трудов по теме диссертации, в том числе в 4 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 6 публикаций в сборниках трудов международных и всероссийских конференций.

Наиболее значимые публикации соискателя:

1. Нуждин В.М., Расторгуев В.В., Шнайдер В.Б. Исследование точности определения местоположения транспортного средства относительно границ дороги // Журнал радиоэлектроники, Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова, электронный журнал, ISSN 1684-1719, №8, 2014.

2. Ананенков А.Е., Нуждин В.М., Расторгуев В.В., Шнайдер В.Б. Отражения от водной поверхности при использовании сверхкороткоимпульсной радиолокационной станции // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск №76, 2014.

3. Ананенков А.Е., Морозов Г.А., Нуждин В.М., Карпышев А.В., Расторгуев В.В., Шнайдер В.Б. Микроволновый датчик определения дистанции вертолётной системы пожаротушения // Журнал «Известия вузов. Авиационная техника». 2014. №4.

4. Ананенков А.Е., Нуждин В.М., Расторгуев В.В., Соколов П.В., Шнайдер В.Б. К вопросу обнаружения линий электропередач вертолётной радиолокационной станцией переднего обзора // Вестник Московского Авиационного Института. 2012. т.19, №1, стр. 123-127.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Шмелев Александр Борисович (официальный оппонент) – отзыв заверен ученым секретарем ОАО РТИ им. Академика А.Л. Минца, д.т.н. Д.И. Буханцом.

Замечания по диссертационной работе:

1. Представленная в работе модель ФЦО применительно к АРЛС ограничена только анализом ЭПР характерных объектов дорожной инфраструктуры и удельной ЭПР подстилающих поверхностей. Данная модель не учитывает возможностей построения дальностных портретов дорожной обстановки.

2. В работе не сформулированы требования к уровню боковых лепестков диаграммы направленности антенны АРЛС в азимутальной плоскости, которые могут привести к ложным срабатываниям при появлении объектов со значительной величиной ЭПР вне коридора безопасности.

3. Запись формулы (2.8) на стр. 33 некорректна. Кроме того, требует пояснения, почему при усреднении по нормальному закону взяты пределы интегрирования от $-\gamma_s$ до γ_s и какая при этом получается погрешность из-за пренебрежения «хвостами» гауссовского распределения.

4. На стр. 71 введены ограничения – «прямой участок дороги или пологий (?) поворот». Однако, чем вызваны эти ограничения с технической точки зрения, не объяснено.

5. При построении модели ФЦО полностью игнорируется рассеяние электромагнитной волны на неровностях дорожного покрытия – учитываются только случайные угловые отклонения зеркально отражённого луча. Какие-либо оценки влияния диффузно рассеянной компоненты поля отсутствуют.

Коваленко Александр Иванович (официальный оппонент) – отзыв заверен главным конструктором направления ОАО «Научно-исследовательский институт точных приборов», к.т.н., с.н.с. В.В. Риманом.

Замечания по диссертационной работе:

1. Нечетко изложена процедура оценки ЭПР реальных объектов, проведенная в ходе натурных экспериментов с учетом результатов калибровки АРЛС (стр. 36-37); соответственно, не представлено корректного вывода основного соотношения (2.11), связывающего значения ЭПР с измеренной интенсивностью отраженного сигнала.

2. В методике обработки результатов натурных экспериментов по измерению УЭПР отсутствует модель погрешностей измерения (раздел 2.2); соответственно, точность экспериментальной оценки УЭПР не приведена.

3. В разделе 2.3 (стр.44) диссертации, посвященного сравнению контрастности радиолокационных изображений, полученных в разных частотных

диапазонах, отсутствуют количественные показатели контрастности; приведены только характерные значения УЭПР для различных целей.

4. Разработана методика расчета параметров АРЛС не содержит никаких указаний (рекомендаций) по выбору поляризационных характеристик зондирующего излучения.

5. Из наименования темы диссертации, объектом исследования является «радиолокационная система»; в то время как в тексте в явном виде состав данной системы не определен; понятия «аппаратура АРЛС» и «Алгоритмы АРЛС» фигурируют отдельно.

6. В работе отсутствует сравнительный анализ технического уровня характеристик рассматриваемой АРЛС и существующих зарубежных образцов.

На автореферат и диссертацию также поступило 6 отзывов из организаций:

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина. Институт радиотехники и информационных технологий - РТФ

Отзыв подписан д.т.н., профессором, зав. кафедрой теоретических основ радиотехники ИНИТ-РТФ Доросинским Л.Г.; к.т.н., доцентом кафедры радиоэлектроники информационных систем ИРИТ-РТФ, Важениным В.Г.; к.т.н., доцентом кафедры радиоэлектроники информационных систем ИРИТ-РТФ Дядьковым Н.А. и заверен к.т.н., доцентом, ученым секретарем Ученого совета УрФУ Морозовой В.А..

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП)

Отзыв подписан д.т.н., профессором Монаковым А.А. и заверен зам. нач. ОК ГУАП Климиной Р.П.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Отзыв подписан д.т.н., профессором кафедры информационных радиосистем НГТУ, Мякиньюковым А.В.

Открытое акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (ОАО «Российские космические системы»)

Отзыв подписан ученым секретарем, членом-корреспондентом РАН, д.т.н., профессором, Бетановым В.В. и Первым заместителем генерального конструктора, д.т.н., профессором Ступаком Г.Г.

ЗАО «НПФ Микран»

Отзыв подписан начальником отдела НИР ДСВЧЭ НПФ «Микран», д.т.н., Хлусовым В.А. и заверен секретарем – референтом НПФ «Микран» Маклаковой Н.В.

Научно-исследовательский институт радиоэлектронной техники МГТУ им Н.Э.Баумана (НИИРЭТ)

Отзыв составлен к.т.н., доцентом кафедры «Радиоэлектронные системы и устройства» МГТУ им. Н.Э.Баумана, Филатовым А.А. и подписан заведующим кафедрой «Радиоэлектронные системы и устройства», д.т.н., Слуккиным Г.П.

ОАО «Корпорация «Фазотрон-НИИР»

Отзыв подписан д.т.н., профессором, главным конструктором Канащенковым А.И. и заверен к.т.н., заместителем генерального директора, Генеральным конструктором Гуськовым Ю.Н.

Основные замечания по содержанию работы:

1. При формировании модели фоноцелевой обстановки (ФЦО) рассмотрены многие факторы, влияющие на качество работы РЛС. Однако в автореферате не приведено описание и характеристики тех факторов, влияние которых учитывается при построении обобщённой модели ФЦО.
2. Несмотря на утверждение о том, что в работе «была построена модель характерной фоноцелевой обстановки для АРЛС» (стр. 12), из автореферата не ясно, что собой представляет эта модель и какова статистика принимаемых сигналов.

3. Учитывая малое значение длины волны и состояние отечественных дорог, утверждение о зеркальном характере отражения выглядит бездоказательным.
4. Исследования, описанные в работе, проводились при использовании антенны с механическим сканированием, габаритные размеры и способ размещения на автомобиле которой не могут быть использованы при создании АРЛС для легковых автомобилей. При этом не указываются пути решения проблемы разработки компактного интегрированного модуля формирования и обработки сигналов на базе малогабаритной антенной системы с электронным сканированием, обладающей той же разрешающей способностью по угловым координатам.
5. Как следует из автореферата, в работе отсутствуют чёткие требования к антенной системе РЛС, в частности не указан требуемый уровень боковых лепестков, не обосновано направление поляризации зондирующего сигнала.
6. В работе разработана методика расчета параметров структурной схемы АРЛС, показаны основные погрешности, однако не приведены способы их компенсации.
7. В работе не приведён сравнительный анализ предлагаемой методики расчета АРЛС, разработанной в третьей главе диссертации, и известной методики реализации гомодинной РЛС, исходя из условий конкретного применения. Например, частота модуляции (рис. 4 автореферата) определяет длительность ЛЧМ-сигнала, а значит его энергию (при известной амплитуде сигнала) и энергию шумов приемного тракта в полосе анализа, обратно пропорциональной длительности ЛЧМ-сигнала. Это известные соотношения.
8. В автореферате отсутствует пояснение методики проектирования автомобильной РЛС, а так же выбора ее параметров.

9. В автореферате не пояснено использование многоканального следящего измерителя расстояния до обочины, который позволяет решать задачу удержания автомобиля в своей полосе движения.
10. В работе рассматриваются алгоритмы обнаружения препятствий при движении транспортных средств, а также измерения дальности до них. Однако не приведены статистические характеристики и вероятности их обнаружения, особенно учитывая большой разброс значений ЭПР рассматриваемых препятствий.
11. В работе не раскрыто использование априорных данных о типах дороги в условиях реального движения автомобиля и постоянно изменяющегося качества дорожного покрытия, типа обочины и наличия дорожной инфраструктуры для работы алгоритмов обработки радиолокационных сигналов в автомобильной радиолокационной станции.
12. В диссертации не рассмотрены вопросы комплексирования автомобильной РЛС с другими современными информационными системами и датчиками, как внешними (глобальные навигационные системы и радиомаяки), так и внутренними (инерциальные, оптические датчики и т.д.), которые позволяют получить дополнительные сведения о скорости движения и местоположении автомобиля, на котором установлена АРЛС.
13. В работе не анализируется возможность функционирования АРЛС в сложных метеорологических условиях (ливень, снегопад), при наличии пылевых завес.
14. В работе отсутствуют сведения о путях реализации предлагаемых радиолокационных систем обеспечения безопасности движения наземных транспортных средств и оценки ожидаемых характеристик.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, положительные и содержат заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций и значительного опыта в соответствующей сфере иссле-

дования, компетентностью в области науки по специальности 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **сформулированы** особенности РЛС для наземных транспортных средств (РЛС ТС), которые отличают их от других типов РЛС и определяют специфику их построения;
- **разработана** модель характерной фоноцелевой обстановки в РЛС ТС на базе статистической обработки экспериментальных данных, которая позволяет корректно и обосновано провести выбор параметров таких РЛС;
- **разработана** методика проектирования РЛС ТС, основанная на модели фоноцелевой обстановки и сформулированных требований к системе;
- **сформулирован** критерий работоспособности РЛС ТС, который связывает разрешающую способность в азимутальной плоскости с требуемой скоростью безопасного движения транспорта;
- **показано**, что в условиях недостаточной оптической видимости для обеспечения безопасности движения при скорости транспорта более 60 км/ч необходимо повышение азимутального разрешения РЛС ТС в 5 и более раз по сравнению с существующими образцами РЛС;
- **предложены** алгоритмы обработки радиолокационных данных в АРЛС и создано прикладное программное обеспечение для их реализации, которые позволяют решить задачу обеспечения безопасности и управления движением транспорта в условиях отсутствующей оптической видимости.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- определены статистические характеристики рассеяния ЭМВ различными объектами дорожной инфраструктуры и ТС при настильных (менее 10 гра-

дусов от горизонта) углах визирования на основе обработки результатов натуральных экспериментов с применением автомобильной РЛС.

– **Введён критерий** разделения объектов на опасные и безопасные, связывающий параметры АРЛС со скоростью движения ТС, необходимый для решения задачи обнаружения препятствий.

– **Разработан алгоритм многоканального следящего измерителя** расстояния до распределённой цели (обочины дороги), который обеспечивает погрешность измерения расстояния с точностью 0.5 м.

Значения полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Результаты диссертационной работы:

- использованы в НИР «Высокоинформативные РЛС малой дальности», выполняемой в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки России, код проекта №780 (с личным участием Шнайдера В.Б.);

- использованы в НИР «Модель датчика обнаружения препятствий и предупреждения столкновений» сотрудниками НИО кафедры радиоприёмных устройств МАИ по заказу фирмы NanoENS Co., Ltd, Suwon, Республика Корея (с личным участием Шнайдера В.Б.);

- **внедрены** в учебный процесс кафедры радиоприёмных устройств факультета радиоэлектроники летательных аппаратов МАИ в дисциплине «Радиотехнические системы видения транспортных средств», что подтверждается соответствующим актом о внедрении;

2. Создана модель фоноцелевой обстановки в РЛС ТС, учитывающая специфику малых углов визирования и интенсивных переотражений от поверхности дороги и позволяющая обосновано сформулировать требования к РЛС.

3. **Предложена** методика проектирования, основанная на разработанной в диссертации модели фоноцелевой обстановки и позволяющая обосновано выбрать структуру и оптимизировать параметры модулей РЛС ТС.
4. **Разработано** прикладное программное обеспечение, функционирующее в реальном масштабе времени и реализующее алгоритмы обработки радиолокационных данных и формирования радиолокационных изображений в РЛС ТС, которые позволяют решить задачу обеспечения безопасности и управления движением в условиях отсутствующей оптической видимости.

Оценка достоверности результатов исследования выявили:

- **высокую степень совпадения** результатов оценок характеристик рассеяния ЭМВ при измерении параметров **эталонных** целей с известными характеристиками, что обуславливается использованием апробированных методов статистического анализа результатов натурных испытаний;
- **применение** в процессе исследований апробированного математического и статистического аппарата.
- **полученные в работе результаты многократно подтверждены** физическими и вычислительными экспериментами.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

- на основе анализа результатов экспериментальных исследований прототипа РЛС ТС разработана модель характерной фоноцелевой обстановки, позволяющая сформировать исходные данные для проектирования и расчёта РЛС ТС;
- разработана методика расчёта и оптимизации параметров РЛС ТС, обеспечивающая выполнение специфических требований к ним с учётом характерной фоноцелевой обстановки;

– предложен критерий разделения объектов на препятствия и безопасные объекты, позволяющий сформулировать требования к антенной системе РЛС ТС;

– разработан многоканальный следящий измеритель расстояния до обочины с использованием априорной информации, который позволяет решать задачу удержания транспорта в своей полосе движения, и проведена оценка погрешности измерения этого расстояния;

– реализованы алгоритмы первичной обработки, формирования изображения, выделения коридора безопасности, определения расстояния до препятствий, которые апробированы на реальных экспериментальных данных и их работоспособность подтверждена в реальном масштабе времени;

На заседании 23 декабря 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Шнайдеру В.Б. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за 15, против 1, недействительных бюллетеней 1.

Председатель
диссертационного совета Д 212.125.03
д.т.н., профессор



Д.И.Воскресенский

Учёный секретарь совета Д 212.125.03
д.т.н.



М.И.Сычёв

23.12.2014