ОТЗЫВ

Доктора физ.-мат. наук, профессора, Тарана Владимира Николаевича, на диссертацию Нестерова Вадима Юрьевича

“Развитие методов однопозиционного местоопределения объектов по результатам пассивной когерентной радиолокации объектов, движущихся в атмосфере Земли”, представленную на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 1.3.4 – радиофизика

Актуальность темы диссертационных исследований. Развитие радиолокационных систем в направлении повышения скрытности, помехоустойчивости и снижения стоимости закономерно приводит к росту интереса к пассивной когерентной радиолокации, не требующей собственного передатчика. Особую нишу здесь занимает коротковолновый (КВ) диапазон, где за счет многоскачкового ионосферного распространения и дифракции над морской поверхностью принципиально достижима сверхдальняя загоризонтная локация. В то же время методы однопозиционного местоопределения движущихся воздушных объектов по рассеянному КВ-излучению некооперативных широковещательных станций до настоящего времени остаются недостаточно развитыми для решения задач в реальном масштабе времени. Поэтому тема диссертации В. Ю. Нестерова, направленной на разработку моделей и алгоритмов обнаружения и оценки координат объектов в атмосфере Земли по результатам пассивной когерентной радиолокации, является актуальной.

Достоверность, новизна и практическая значимость основных результатов и выводов диссертации. Достоверность результатов диссертации подтверждается проведением серии натурных экспериментов по регистрации рассеянного излучения декаметрового диапазона с использованием различных программно-аппаратных комплексов (одноканального многочастотного доплеровского стенда, КВ-радиопеленгатора, ЛЧМ-ионозонда-радиопеленгатора) в различных гелиофизических условиях. Полученные оценки координат сопоставлялись с результатами, найденными независимым методом триангуляции, а также проверялись на сходимость при использовании полной и упрощенной моделей распространения. Совпадение оценок в указанных условиях свидетельствует об обоснованности выносимых на защиту положений.

Научная новизна результатов работы состоит в следующем:

1. Разработана упрощенная имитационная модель распространения ионосферных радиоволн с учетом многоскачкового отражения, которая, в отличие от известных полных моделей, позволяет в масштабе реального времени получать оценки амплитуды, доплеровского сдвига частоты, задержки и углов прихода рассеянного сигнала в точке приема. Новизна состоит именно в достигнутом компромиссе между вычислительной эффективностью и физической адекватностью модели;
2. Предложена динамическая адаптивная структурно-физическая модель распространения декаметровых волн и ее упрощенная версия, которые используются для расчета пробных траекторий воздушных объектов и последующей минимизации невязки между модельными и экспериментальными характеристиками рассеянного излучения. Показана применимость данного подхода, в том числе для объектов, движущихся с гиперзвуковыми скоростями;

3. Разработан способ автоматического выделения следов рассеянного излучения движущегося объекта, основанный на анализе расстояния между точками в многомерном пространстве измеряемых характеристик. В отличие от существующих эвристических процедур, предложенный способ позволяет устойчиво выделять временные зависимости сигнала при наличии разрывов в наблюдаемых данных;

4. Экспериментально подтверждена работоспособность методов однопозиционного обнаружения и оценки координат воздушных целей по одновременным измерениям доплеровского сдвига и амплитуды, доплеровского сдвига и углов прихода, а также углов прихода и задержки. Совокупность полученных экспериментальных результатов для КВ-диапазона представляет собой новый научный результат, расширяющий представления о возможностях пассивной когерентной локации в условиях реального ионосферного канала.

Практическая значимость результатов диссертации определяется тем, что предложенные в ней алгоритмы и модели доведены до программной реализации, работающей в реальном масштабе времени, и ориентированы на использование совместно с уже существующими КВ-комплексами (доплеровский стенд, радиопеленгатор, ионозонд). Разработанный алгоритм автоматического выделения рассеянных сигналов может быть непосредственно использован для оперативной обработки данных пассивного КВ-мониторинга. Методы оценки координат, основанные на минимизации невязки с модельными расчетами, создают практическую основу для построения однопозиционных загоризонтных локаторов, не требующих синхронизированных разнесенных пунктов приема.

Замечания по диссертации и автореферату:

1. В автореферате недостаточно четко сформулированы критерии выбора между полной динамической адаптивной моделью и ее упрощенной версией при решении конкретных локационных задач. В каких условиях допустимо использование упрощенной модели, и как количественно оценивается вносимая при этом погрешность в оценку координат? Ответ на этот вопрос важен для практического применения предложенных алгоритмов;

2. Отсутствуют количественные оценки точности (например, среднеквадратические ошибки) определения координат для различных типов объектов и условий наблюдения, в особенности для гиперзвуковых скоростей. Приведенные примеры экспериментальных оценок подтверждают работоспособность метода, но не дают представления о его точностных пределах;

3. Влияние перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) на устойчивость алгоритмов выделения сигналов и оценки координат освещено в работе недостаточно. Поскольку ПИВ являются одним из основных дестабилизирующих факторов для КВ-локации, желательно было бы указать, предусмотрена ли в предложенных алгоритмах адаптация к данному фактору, или же он вынесен за рамки рассмотрения;

4. Сопоставление с известными зарубежными и отечественными аналогами методов пассивной когерентной локации в КВ-диапазоне в автореферате носит ограниченный характер. Хотя работа и не ставит целью исчерпывающий обзор, более явное позиционирование предложенных методов относительно существующих подходов усилило бы доказательность их новизны и практической ценности.

Заключение. Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация В. Ю. Нестерова является самостоятельным, завершенным научным исследованием, содержащим новые научно обоснованные результаты в области пассивной когерентной радиолокации в КВ-диапазоне. Работа удовлетворяет требованиям, установленным Положением «О присуждении учёных степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» (приказ ЮФУ № 62-ОД от 27 марта 2026г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.3.4 – радиофизика, а ее автор, Нестеров Вадим Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

«23» 10 2026 года

Согласен на обработку моих персональных данных.

Профессор В.Н. Таран

Доктор физ.-мат. наук (спец., 01.04.03-радиофизика.), профессор (уч. зв. *профессор связи на железнодорожном транспорте*).
Профессор кафедры «Связь на железнодорожном транспорте»
Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС)
Официальный оппонент
Почтовый адрес (рабочий): 344038, Ростовская область, городской округ город Ростов-на-Дону, город Ростов-на-Дону, площадь Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, зд. 2
кафедра «Связь на железнодорожном транспорте»
Телефон рабочий: +7 (863) 272-64-39
E-mail: vladitaran@rambler.ru

Подпись Таран В.Н.

УДОСТОВЕРЯЮ
Начальник управления делами
ФГБОУ ВО РГУПС
«23» 10 2026

Т.М. Канина