

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

Мешкова Ивана Константиновича

на диссертацию Кузнецова Андрея Сергеевича

на тему «Методы и алгоритм совместного приёма и позиционирования по

сигналам систем связи с подвижными объектами,

работающих в информационном поле»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук

по специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

### Актуальность темы диссертации

В настоящее время резкий рост числа абонентов систем связи с подвижными объектами и их требований к объёму и качеству предоставляемых услуг способствует бурному развитию этих систем и расширению их функциональных возможностей. Все эти факторы в условиях ограниченности выделенного частотного ресурса приводят к возникновению внутрисистемных помех, существенно снижающих пропускную способность систем связи.

Для борьбы с внутрисистемными помехами используются методы совместного приёма сигналов. Однако существующие методы совместного приёма в должной мере не учитывают причины искажений сигналов, их связь со свойствами среды, расположением объектов и их взаимодействием, что ограничивает эффективность применения этих методов и требует больших вычислительных ресурсов. Поэтому представляет интерес исследование возможностей повышения эффективности методов совместного приёма для систем связи с подвижными объектами за счёт учёта местоположения объектов в пространстве и параметров их движения с использованием концепции информационного поля.

В связи с вышесказанным считаю, что тема диссертации Кузнецова Андрея Сергеевича «Методы и алгоритм совместного приёма и позиционирования по

ВХОД. № 1626-13  
«22» 04. 2026г.

сигналам систем связи с подвижными объектами, работающих в информационном поле» является актуальной.

### **Оценка структуры и содержания работы**

Поставленные в диссертации цель и задачи для исследования определили её структуру и логику. Структура диссертации основана на методологии проектирования радиоинтерфейса систем связи, разработанной в докторской диссертации его научного руководителя Козлова Сергея Владимировича.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы, списка сокращений и обозначений, а также приложения. Общий объём диссертации составляет 127 страниц и включает 35 рисунков, 8 таблиц, 2 приложения, 109 использованных источников литературы.

**Во введении** автором приводится обоснование актуальности исследования и формулируется его цель, как расширение функциональных возможностей систем связи с подвижными объектами за счёт разработки методов и реализующего их алгоритма совместного приёма сигналов и позиционирования объектов только по сигналам этих систем на основе принципов информационного поля. Далее в разделе определяются задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, формулируются теоретическая и практическая значимость результатов работы. Также во введении приводятся научная новизна диссертации, положения, которые автор выносит на защиту, и даётся краткое описание структуры диссертации.

**В первой главе** представлены результаты анализа существующих методов совместного приёма сигналов систем связи с подвижными объектами и методов позиционирования по сигналам спутниковых радионавигационных систем. В частности, делается вывод об актуальности и возможности решения задач связи и позиционирования подвижных объектов, существующих в околоземном пространстве, на базе единой системы, что, в общем, должно повысить эффективность систем связи.

Совместное решение задач связи и позиционирования только по сигналам систем связи предлагается посредством применения концепции информационного

поля. Поскольку в существующих работах, посвящённых применению этой концепции, не рассматривается совместное решение указанных задач, а также отсутствуют статистические данные о параметрах сигналов систем, работающих в информационном поле, то автором разрабатывается стенд для исследования сигналов информационного поля.

**Во второй главе** автором на разработанном стенде проведен анализ отличий обработки сигналов подвижных и фиксированных объектов, в результате которого для подвижных объектов выбран метод слежения за сигнальными и навигационными параметрами. Разработан метод оценки параметров сигналов систем связи с подвижными объектами, работающих в информационном поле с применением мультимарково-полигауссовой модели, для задания которой сформировано множество гипотез, синтезированы компонентный и смешивающий уровни. Разработан метод оценки навигационных параметров на основе оценок мультимарково-полигауссовой модели, а также разработан алгоритм совместного приёма сигналов и позиционирования объектов только по сигналам систем связи, работающих в информационном поле.

**Третья глава** диссертации посвящена вопросам практической реализации стенда, использующего разработанный алгоритм, оценка эффективности которого также рассмотрена в главе. Автором проводится как компьютерное моделирование, так и эксперимент, показавшие, что применение разработанного алгоритма позволило более чем в 2 раза повысить отношение правдоподобия оценок параметров сигналов и более чем в 2 раза снизить среднеквадратическое отклонение оценок координат.

**В заключении** автором приводятся основные научные и практические результаты диссертационных исследований.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Сформулированные в диссертации научные положения и выводы обоснованы. Они подтверждаются корректным применением современных методов статистической теории связи, соответствием приведенных результатов

математического моделирования и экспериментальных исследований, а также соответствием полученных решений, в частных случаях, ранее известным.

**Достоверность полученных результатов** подтверждается корректным использованием аппарата вычислительной математики, методов математической статистики и математического моделирования, не противоречивостью результатов численного моделирования и экспериментальных исследований. Кроме того, для подтверждения эффективности разработанных методов и реализующего их алгоритма в работе приводятся результаты его сравнения с существующим распространённым методом оценки параметров, основанного на фильтрации Винера.

Основные результаты диссертации опубликованы в 17 печатных работах: 4 статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, одной статье в научном издании, входящего в базу цитирования РИНЦ. Также основные результаты докладывались на 7 международных конференциях. Результаты исследований опубликованы в 10 работах в сборниках трудов и материалах конференций, одна из которых входит в базу цитирования Scopus. Также имеется два свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

### **Научная новизна полученных результатов**

Научная новизна диссертации определяется комплексным подходом автора к решению задачи расширения функциональных возможностей систем связи с подвижными объектами, работающих в информационном поле. Новые научные результаты состоят в следующем:

1. Разработан метод оценки параметров сигналов на базе мультимарково-полигауссовой модели, отличающийся учётом гипотез о направлениях движения объекта и обеспечивающий повышение отношения правдоподобия получаемых оценок.

2. Разработан метод оценки навигационных параметров, отличающийся учётом гипотез о направлениях движения объекта и обеспечивающий снижение среднеквадратического отклонения получаемых оценок.

3. Разработан оригинальный алгоритм совместного приёма сигналов и позиционирования объектов, учитывающий принципы информационного поля, отличающийся учётом навигационных параметров при приёме сигналов.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертационной работы**

Теоретическая значимость результатов работы состоит в развитии теории мультимарково-полигауссовых моделей для оценки сигнальных и навигационных параметров систем, работающих в информационном поле.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что применение разработанного алгоритма позволило:

- повысить достоверность приёма информации за счёт повышения отношения правдоподобия оценок сигнальных параметров;
- бороться с замираниями путём учёта гипотез о направлении движения объекта и коррекции задержек пилот-сигналов по эквивалентным изменениям оценок координат;
- снизить среднеквадратическое отклонение оценок навигационных параметров за счёт учёта динамики движения объектов с использованием конечного количества элементарных компонент.

### **Замечания по работе**

1. В разделе 1.5.1 предложена методика выделения опорного сигнала для систем связи, использующих технологию OFDM или OFDMA, однако аналогичная методика для систем Интернета вещей, использующих технологии LoRa, BLE, 802.15.4 и т.д., отсутствует.

2. В первой главе рассматриваются существующие методы позиционирования, использующие сигналы систем связи, а также указываются их недостатки, однако в работе не приводится сравнение точности оценивания координат рассмотренных методов с разработанным.

3. В разделе 2.1 приведены ссылки на оценки разности часов системного времени для технологии CDMA. Однако для других технологий широкополосной передачи данных такая информация отсутствует. Не ясно, как будет

осуществляться синхронизация систем с 3-го по 5-е поколение при использовании, методов обработки сигналов этих систем, предложенных в разделе 1.5.1. Также не понятно, в какой мере погрешность синхронизации этих систем будет влиять на точность оценки сигнальных и навигационных параметров.

4. В разделе 2.1 не обоснована причина применения метода регуляризации.

### **Заключение**

Изучив диссертацию, автореферат и опубликованные автором работы можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Кузнецова Андрея Сергеевича на тему «Методы и алгоритм совместного приёма и позиционирования по сигналам систем связи с подвижными объектами, работающих в информационном поле» является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой и содержит решение научной задачи расширения функциональных возможностей систем связи с подвижными объектами, имеющей значение для развития систем и сетей телекоммуникаций.

Сформулированные автором цель и задачи диссертации, полученные результаты и положения, выносимые на защиту, соответствуют паспорту специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций в части п. 1 «Разработка, и совершенствование методов исследования, моделирования и проектирования сетей, систем и устройств телекоммуникаций», п. 2 «Исследование новых технических, технологических и программных решений, позволяющих повысить эффективность развития цифровых сетей, систем и устройств телекоммуникаций» и п. 18 «Разработка научно-технических основ создания сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования».

Считаю, что диссертация на тему «Методы и алгоритм совместного приёма и позиционирования по сигналам систем связи с подвижными объектами, работающих в информационном поле» соответствует требованиям п.п. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к

кандидатским диссертациям, а её автор Кузнецов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

**Официальный оппонент:**

доцент кафедры  
телекоммуникационных систем  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет  
науки и технологий»,  
кандидат технических наук, доцент

Мешков Иван Константинович

« 21 » а ч р т е 2026 г.

Кандидатская диссертация защищена по специальности:  
05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Даю согласие на обработку персональных данных.

Адрес места основной работы: 450076, Приволжский федеральный округ,  
Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, дом 32

Рабочий телефон: +7 9279279285

Адрес эл. почты: mik.ivan@bk.ru

