

**Акционерное общество
«Российская корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем»
(АО «Российские космические системы»)**

Авиамоторная ул., д. 53, Москва, 111250
Тел.: +7 (495) 673-95-19, факс: +7 (495) 509-12-00, e-mail: contact@spacecorp.ru
ОКПО 11477389, ОГРН 1097746649681, ИНН 7722698789, КПП 774850001

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора-
генерального конструктора по науке
доктор технических наук, профессор
А.А. Романов
2016 г.



О Т З Ы В

ведущей организации на диссертационную работу

соискателя ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация» (технические науки) Серкина Фёдора Борисовича, выполненную на тему: «Локальная система местоопределения с интегрированным каналом передачи данных», представленную к защите в диссертационный совет Д 212.125.03 Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Актуальность темы выполненной работы

В настоящее время всё большее применение находят системы автоматического управления строительной, сельскохозяйственной, карьерной и иной техникой. Данные системы, как правило, базируются на высокоточных системах местоопределения. При сложном рельефе местности или в помещениях в дополнение к глобальным навигационным системам часто применяются локальные системы местоопределения. Однако, при реализации данных систем в ряде диапазонов, например ISM (Industrial Scientific, Medical), могут возникать проблемы, связанные с совместимостью данных систем местоопределения и

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Б/х № _____
28 11 2016

других устройств беспроводной передачи информации, функционирующих на той же территории и в том же частотном диапазоне. Поскольку одними из наиболее часто встречающихся локальных беспроводных сетей передачи данных являются системы на базе стандарта IEEE 802.11, научный и практический интерес представляет разработка алгоритмов формирования и обработки сигналов, обеспечивающих совместное функционирование высокоточных локальных систем местоопределения и беспроводных сетей связи данного стандарта.

Научная новизна исследования

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложены новые модификации сигналов протокола IEEE 802.11, обеспечивающие возможность одновременной высокоточной оценки местоположения и высокоскоростной передачи информации.
2. Получены характеристики функционирования совмещенной системы в условиях, определенных статистическими моделями ETSI, разработанными для систем связи.
3. Получены и исследованы новые алгоритмы оценки сигнал/шум, позволяющие при исключении заведомо ложных измерений уменьшить ошибки местоопределения.
4. Исследовано влияние различных алгоритмов построения прямых двухуровневых цифровых синтезаторов частоты на характеристики функционирования системы слежения за задержкой (ССЗ). Разработаны рекомендации по выбору алгоритма построения данных синтезаторов частоты для уменьшения эффектов дискретности цифровой ССЗ.
5. Экспериментально получены характеристики работы прототипа совмещенной системы в реальных условиях.
6. Экспериментально подтверждена возможность получения высокоточных фазово-кодовых измерений в предложенной совмещенной системе на базе предложенных алгоритмов совмещения.

Научные результаты, полученные в диссертации, в достаточной мере прошли апробацию на 6-ти фундаментальных Международных научно-

технических конференциях. Содержание диссертации достаточно полно изложено в 4-х научных статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК.

Достоверность и практическая значимость результатов

Достоверность основных положений и выводов диссертационной работы подтверждается корректностью принятых допущений, адекватностью используемого математического аппарата, результатами имитационного моделирования и экспериментов, проведенных автором на испытательном полигоне.

Теоретическая значимость полученных автором результатов и их новизна подтверждается двумя патентами США и РФ, полученных автором диссертации совместно с его научным руководителем.

Практическая значимость результатов, как следует из диссертации, подтверждается актом о внедрении разработанных автором алгоритмов в ООО «Топкон Позизионинг Системс».

Рекомендации по использованию

Разработанные автором технические решения могут быть использованы при реализации современных локальных систем местоопределения, функционирующих, например, в диапазонах ISM не только под открытым небом, но и в областях, где спутниковые сигналы сильно искажены или недоступны (закрытые помещения, глубокие карьеры и т.п.).

Разработанные автором математические модели, алгоритмы слежения за сигналами передатчиков, программные реализации каналов слежения могут быть использованы при разработке нового поколения заказных интегральных схем для разработки навигационной аппаратуры пользователей.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Серкина Ф.Б. состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во введении описывается актуальность и основная цель диссертационной

работы – разработка и анализ новых алгоритмов и аппаратно-программных средств совмещения системы беспроводной передачи информации на основе стандарта IEEE 802.11 и системы высокоточного местоопределения.

В первой главе автором проведен детальный сравнительный анализ локальных высокоточных систем местоопределения. Выделены особенности, преимущества и недостатки современных систем, сформулированы направления исследования.

Во второй главе излагаются принципы построения совмещенной системы, а также предлагаемые алгоритмы формирования и обработки сигналов, обеспечивающие совместное решение задачи высокоточного местоопределения и высокоскоростной передачи информации. Приведены математические модели алгоритмов формирования и обработки сигналов, результаты имитационного моделирования, показавшие работоспособность и эффективность предложенных алгоритмов.

В третьей главе приведен сравнительный анализ алгоритмов оценки отношения сигнал/шум, а также описаны новые алгоритмы, позволяющие производить оценку с точностью, близкой к границе Рао-Крамера, в частности, в условиях наличия ошибки смещения в системе фазовой автоподстройки частоты.

В четвертой главе приведен сравнительный анализ алгоритмов построения прямых двухуровневых синтезаторов частоты в контексте их влияния на характеристики цифровой системы слежения за задержкой. Выделены наиболее эффективные из рассмотренных алгоритмов в плане снижения эффектов дискретности.

В пятой главе описаны этапы разработки и исследования характеристик прототипа совмещенной системы. Приведены оценки производительности аппаратно-программного комплекса, с использованием современных методов распараллеливания процессов, разработан исходный код прототипа базовой и мобильной станций, реализованных, опираясь на технологии программно-определяемого радио (ПОР). Описаны проведенные эксперименты в помещении и на испытательном полигоне, показавшие правильность и эффективность предложенных технических решений.

В заключении представлены основные результаты диссертационной работы.

Автореферат диссертационной работы составлен в соответствии с «Положением о порядке присуждения ученых степеней», в нем изложены основные идеи, выводы диссертации, показан вклад автора, степень новизны и практическая значимость результатов исследования.

Замечания к работе

1. Принципы функционирования обозреваемых систем локального местоопределения изложены неудачно. На наш взгляд обзор загроможден абстрактными понятиями, которые не используются в диссертации. Функциональные схемы алгоритмов формирования и обработки сигналов в диссертации описаны недостаточно полно.
2. Недостаточно полно описаны характеристики и структура сигнала стандарта IEEE 802.11b. В результате усложняется восприятие и понимание материала диссертации. Например, описание того, что сигнал стандарта IEEE 802.11b передается на одной квадратуре несущего колебания, позволило бы лучше понять диаграммы, представленные на рис. 2.1-2.2, и т.д.
3. Методы совмещения, представленные в разделах 2.1.3, 2.1.4 без дополнительного описания понять трудно. Например, диаграмма на рис. 2.3 вообще не содержит сигнала NAV, поэтому не ясно как совмещается информационный канал с навигационным.
4. Неудачно написан ключевой раздел «Анализ влияния навигационной системы и системы передачи данных друг на друга» данной работы. Например, в конце раздела имеется два утверждения, противоречащие друг другу. В первом утверждении говорится о том, что каналы влияют друг на друга, а во втором – не влияют.
5. Во второй главе не приведены характеристики псевдослучайных последовательностей (ПСП), используемых для навигационных целей. На стр. 40 говорится о том, что ПСП ведущих и ведомых базовых станций отличаются, но описание характеристик и свойств ансамбля этого множества

отсутствует.

6. В 3-й главе предлагается алгоритм оценки текущего отношения сигнал/шум для исключения из обработки так называемых «искаженных измерений». Однако исследование эффективности такого исключения с точки зрения повышения точности местоопределения в локальной системе не приводится.
7. В 4-й главе проводится анализ реализаций цифровых синтезаторов частоты в системах слежения за задержкой. Основное внимание уделяется ошибкам дискретности, возникающим при формировании кодов частоты. Ошибки дискретности приводят к смещению дискриминационной характеристики ССЗ, которое, в свою очередь, порождает ошибки измерений псевдодальностей и местоопределения. Согласно структуре диссертации наибольшее внимание должно было бы быть уделено именно ошибкам местоопределения. Однако именно это исследование в работе отсутствует.
8. Крайне важной представляется глава 5 диссертации, в которой описаны возможности аппаратной платформы ПОР и реализованная на этой платформе аппаратура прототипов базовых и мобильной станций, а так же результаты исследования характеристик точности этих прототипов в локальной системе местоопределения. Однако исследования точности местоопределения в случае, когда мобильная станция находится за стеной по отношению к базовой станции, отсутствуют. Именно это исследование представляет большой интерес для целого ряда важных приложений.

Указанные замечания не являются принципиальными, не снижают научной и практической ценности диссертации и могут рассматриваться как рекомендации по дальнейшим исследованиям.

Заключение

Диссертация Серкина Фёдора Борисовича на тему «Локальная система местоопределения с интегрированным каналом передачи данных», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация» (технические

науки) по своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор достоин присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация» (технические науки).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании секции №6 НТС АО «Российские космические системы» по бортовой аппаратуре систем связи, ретрансляции, навигации, поиска и спасания, протокол заседания № 05/11 от 10.11. 2016 года.

Начальник тематического подразделения 06
к.т.н



В.Г. Сернов

Заместитель начальника тематического подразделения
д.т.н



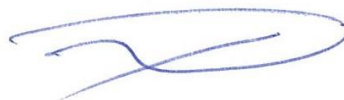
В.В. Куршин

Начальник группы
к.т.н



И.А. Сорокина

Учёный секретарь
к.т.н с.н.с



С.А. Федотов