

АННОТАЦИЯ

диссертации на тему:

«Разработка возможности позиционирования внутри помещений с использованием низкоэнергетических сигналов Bluetooth»,

представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

МЕНДАКУЛОВА ЖАСУЛАНА КОРАБАЕВИЧА

Обоснование необходимости проведения данной научно-исследовательской работы. Повышение точности позиционирования в закрытых помещениях и устойчивости к интерференционным помехам в задачах с повышенными требованиями является актуальной. Отсутствие единого стандарта и целесообразность исследования в этом направлении обосновывается на обзоре литературы и патентного поиска.

Общая характеристика работы

Работа посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию возможности позиционирования внутри помещений с использованием низкоэнергетических сигналов Bluetooth, а также сравнению достижимой точности позиционирования, устойчивости к помехам между различными подходами к позиционированию. Результаты проведенных физических экспериментов и моделирования могут быть использованы при проектировании новых систем позиционирования в закрытых помещениях. В работе исследована возможность повышения точности позиционирования объектов в закрытых помещениях, включая шахтные выработки, за счёт использования многочастотных радиосигналов. Показано, что влияние многолучевого распространения радиосигналов от стен сооружений, от препятствий различного происхождения, и, связанную с ними интерференцию, можно ослабить, используя усреднённые значения затуханий на разных частотах. Использование маяков со многими частотами может дать новые возможности в решении вопроса о позиционировании объектов в закрытых помещениях.

Актуальность темы

При развертывании систем позиционирования в закрытых помещениях используются методы с различными точностями позиционирования и устойчивостью к помехам. Повышение точности позиционирования и устойчивости к интерференционным помехам в задачах с повышенными требованиями является актуальной. Отсутствие единого стандарта и целесообразность исследования в этом направлении обосновывается на обзоре литературы и патентного поиска.

Целью работы является исследование влияния условий LOS/NLOS на прохождение радиосигнала и возможность уменьшения интерференционных помех использованием многочастотного метода передачи и приема для задач определения местоположения в закрытых помещениях.

Задачи исследования

Проверить отличие точности измерений при приеме сигнала на одной частоте от приема сигнала на нескольких частотах, объединением результатов измерений отдельных частот в одно показание. Проверить влияние различных преград на прохождение сигнала. Провести компьютерное моделирование по выявлению влияния соседних антенн в матрице передающих и матрице приемных антенн. Провести экспериментальные измерения по использованию матрицы передающих и матрицы приемных антенн. Провести компьютерное моделирование распространения радиоволн в условиях интерференции и влияния многочастотного способа приема-передачи, метода «минимакса», некогерентного накопления, высоты расположения антенн передатчиков и приемников на уровень принятого сигнала. Провести сравнение на основе среднеквадратичных ошибок.

Объекты исследования

Bluetooth Low Energy маяки, USB радиомаяки, анализатор спектра, смартфон с установленным стандартным программным приложением, матрица передающих и матрица приемных антенн.

Предмет исследования

Показатель уровня принимаемого сигнала (RSSI), устойчивость к интерференционным помехам, точность позиционирования.

Метод исследования

Самостоятельное проектирование СВЧ – генератора и BLE – маяков с возможностью установления частот вещания и настройки мощности передачи. Применение многочастотного метода передачи и приема. Применение матрицы передающих и матрицы приемных антенн.

Основные положения, выносимые на защиту

Многочастотный способ измерения уровня сигнала при определении координат позволяет снизить ошибки в определении координат, возникающие из-за интерференции;

Разработанный метод «минимакса» для определения уровня сигнала, позволяет в десятки раз снизить среднеквадратичные ошибки при измерении уровней сигнала в условиях интерференции;

Снижение высоты расположения передатчиков и приемников относительно пола помещения приводит к снижению величины ошибки при измерении уровня сигнала в условиях интерференции;

Некогерентное накопление результатов измерений на парциальных частотах позволяет повысить точность измерения уровней сигнала даже при малой разрядности аналого-цифровых преобразователей приемных устройств.

Научная новизна

Анализ публикаций и патентный поиск по теме диссертационного исследования показывает, что предложенные методы являются оригинальными, новыми и направлены на решение задач по повышению устойчивости уровня принятого сигнала, что позволит повысить точность разрабатываемых систем позиционирования в закрытых помещениях.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные экспериментальные и компьютерные результаты могут быть использованы при развертывании систем позиционирования в закрытых помещениях. Предлагаемые методы многочастотной передачи и многочастотного приема, метод «минимакса» позволят снизить среднеквадратичные ошибки, тем самым стабилизировать показание уровня сигнала. Стабильность уровня принятого сигнала уменьшает неопределенность в определении координат. Предложение по снижению высоты расположения передатчиков и приемников относительно пола помещения направлено на уменьшение величины ошибки при измерении уровня сигнала в условиях интерференции. Данный метод имеет практическую пользу при применении на мобильных роботизированных транспортных средствах. Предлагается некогерентное накопление результатов измерений. Данный метод позволит повысить отношение сигнал/шум. При слабом уровне принятого сигнала, на дальних расстояниях этот метод позволит устранить неопределенность в определении координат.

Источники исследования

Результаты оригинальных научных работ, приведенных в списке использованных источников и результаты патентного поиска по данной теме.

Личный вклад автора заключается в том, что основные результаты физического эксперимента, численного анализа и компьютерных расчетов, моделирования были получены лично соискателем. Постановка задач и обсуждение результатов проводились совместно с научными консультантами.

Достоверность результатов

Достоверность научных выводов работы подтверждается воспроизводимостью экспериментальных результатов, соответствием данных компьютерного моделирования с экспериментальными результатами, согласованностью полученных результатов с теоретическими предпосылками и выводами, полученными другими авторами в близких по содержанию работах, использованием апробированных методик численного анализа.

Апробация работы

По материалам диссертационной работы: 1 статья опубликована в рецензируемом журнале в базе данных Scopus, 2 статьи опубликованы в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 2 статьи опубликованы в результате доклада на международных научно-практических конференциях, получено 2 патента на полезную модель,

получено 1 свидетельство на объект авторского права, поданы 2 заявки на патент на изобретение.

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и содержит справку о патентном поиске.