

УДК 004

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИОМОДУЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ SMART НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

*Чупий Д.Н., аспирант энергетического факультета,
Александров А.А., Мирошников А.М., магистранты факультета
информационные технологии управления,
Коряхов А.Ю., студент электромеханического факультета,
Чернов А.В., доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО РГУПС, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Ключевые слова: *смарт, ble, навигация, позиционирование, геолокация, радиосигнал, радиомодуль.*

Рассмотрены принципы размещения источников радиосигналов внутри помещений при развёртывании систем навигации на основе технологии Bluetooth Low Energy. Проанализировано влияние радиопомех и радиотени на распространение радиосигналов внутри помещений. Предложена оценочная методика планирования размещения устройств на основе технологии BLE внутри зданий и вне помещений.

Введение. Задача реализации навигации внутри помещений, является актуальной и не имеет практического решения, такого как GPS, Глонасс и других аналогичных систем глобальной спутниковой и региональной навигации по ряду технических ограничений неработоспособных или не обладающих достаточной для этого точностью. Одним из способов решения данной проблемы является технология Veacon. Данная технология позволяет смартфонам определять свое местоположение, анализируя уровни сигналов, установленных радиомодулей. Основой технологии является протокол BLE, который поддерживается всеми основными современными мобильными телефонами и мобильными операционными системами, такими как Android и iOS.

Целью разработки методики размещения радиомодулей является создание системы оптимальных оценочных критериев и аналитических методов для размещения средств навигации основываясь на индивидуальном подходе к каждому помещению.

Материал и методика исследований. При развёртывании системы навигации внутри помещений основной проблемой является оп-

тимальное размещение источников радиосигналов. На первом этапе проводится предварительный анализ распространения радиосигналов внутри конкретного помещения, при этом собирается информация о самом здании: поэтажный план, состав и характер строительных и отделочных материалов, использованных при строительстве, оценивается влияние установленного электро- и радиооборудования внутренней инфраструктуры. На основе проанализированных данных формируется предварительная схема размещения радиомодулей.

Большинство стандартов передачи данных работают на частоте 2.4 ГГц. Всеобщее применение данного диапазона делает его перегруженным, что является причиной возникновения помех.

При планировании размещения радиомодулей особое внимание необходимо уделить их расположению относительно таких распространённых источников радиопомех как компьютеры, смартфоны, маршрутизаторы и точки доступа беспроводных устройств, пускорегулирующая аппаратура для люминесцентных и светодиодных осветительных приборов и т.п.

Ввиду того, что человеческое тело не является радиопрозрачным для данного диапазона частот, пользователи, перемещающиеся на пути радиоволн, так же создают для них помехи. Наиболее рациональным является расположение источников радиосигнала на высоте вблизи потолков зданий. В таком случае область радиотени, создаваемая перемещающимися людьми будет минимальной.

Результаты исследований и их обсуждение. В существующих системах глобальной навигации для определения местоположения геодезических объектов наибольшее распространение нашёл метод трилатерации. Данный метод позволяет вычислить координаты приёмника в пространстве основываясь на информации о расстоянии до трёх и более источников навигационной информации. Для большинства практических применений системы навигации внутри помещений, задача определения местоположения в пространстве сводится к определению местоположения на плоскости, а вопрос определения высоты не актуален.

Для определения координат в коридорах зданий устройству приёма радиосигнала необходимо и достаточно устойчивого приёма сигнала от двух устройств передачи навигационной информации – билатерации. В тех местах, где данное условие не выполняется, определение местоположения приводит к ошибкам.

На рисунке 1 изображены все возможные варианты взаиморасположения приёмника навигационной информации и зон его равно-

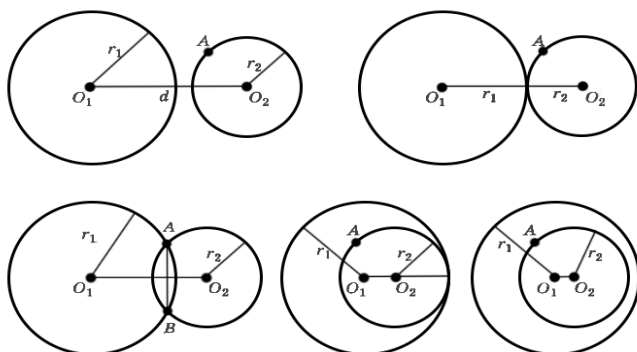


Рисунок 1 – Графическое представление фактического расположения приёмника и зон его расчётного возможного местоположения

вероятностного расчётного возможного местоположения. Наименьшее количество ошибок расчёта местоположения, достигается при расположении источников радиосигнала на расстоянии равном радиусу действия до соседних источников радиосигналов, что схематично отражено на рисунке 2. Также важно исключить ситуации, когда зона действия одного источника радиосигнала находится в зоне действия соседнего. Основным критерием размещения устройств радиосигнала является условие, при котором максимальное удаление передатчиков должно быть таким, чтоб в условиях радиопомех зоны действия соседних радиомодулей имели хотя бы одну точку пересечения.

При использовании навигации внутри коридоров зданий, достаточным является расположение устройств в виде последовательной цепочки. В коридорах зданий, вдоль маршрутов следования пользователей, такая цепочка передатчиков образует линейное пространство, которое позволяет определить координаты, используя наименьшее количество радиомодулей.

Для данных участков достаточным условием является перекрытие зон действия соседних устройств. При таком расположении передатчиков, приемное устройство всегда будет надёжно определять расстояние до передатчиков, следовательно, всегда сможет достоверно рассчитать свои координаты.

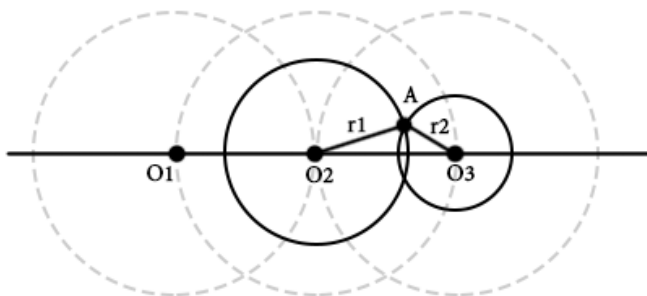


Рисунок 2 – Схематическое изображение наиболее оптимального расположения передатчиков

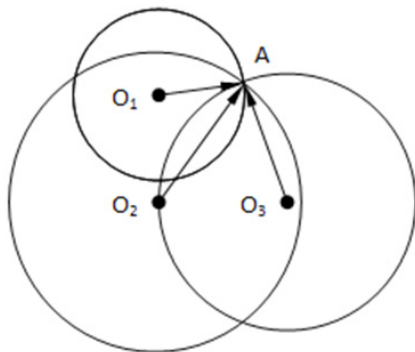


Рисунок 3 – Позиционирование в помещении по трём источникам

В отличие от коридоров, при определении местоположения в помещениях, необходимо использовать минимум три источника радиосигнала, что позволяет увеличить точность позиционирования (рисунок 3).

Устройства должны быть расположены так, чтобы они по возможности более равномерно покрывали всю площадь помещения, учитывая удаленность маячков друг от друга.

Привязав расположение радиомодулей к координатной сетке интерактивной карты помещения, устройство приема получает возможность определения своего местоположения на карте и вывода справочно-вспомогательной или другой интерактивно-визуальной ин-

формации, включая 3D объекты и элементы дополненной реальности.

Заключение. На основании практического опыта развёртывания навигационной системы внутри помещения изложены различные практические ситуации возникающих ошибок позиционирования связанных с влиянием внешних факторов и влиянием радиопомех. На основании анализа полученных данных изложены практические рекомендации и оценочные критерии, с учётом которых достигается оптимальное расположение радиопередающих модулей навигационной системы с минимальным уровнем ошибок позиционирования.

Библиографический список:

1. Навигация в помещениях с iBeacon и ИНС. [Электронный документ]. (<https://habrahabr.ru/post/245325/>). Проверено 10.06.2017.
2. Геомагнитное позиционирование в качестве дополнения к GPS. [Электронный документ]. (<https://habrahabr.ru/post/147549/>). Проверено 10.06.2017.
3. Трилатерация. [Электронный документ]. (<https://ru.wikipedia.org/wiki/Трилатерация>). Проверено 10.06.2017.

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF DISMISSING RADIO MODULES FOR THE SYSTEM OF SMART NAVIGATION INSIDE OF PREMISES WITH ELEMENTS OF ADDITIONAL REALITY

Chupiy D.N., Aleksandrov A.A., Miroshnikov A.M., Koryahov A.Yu., Chernov A.V.

Keywords: *smart, ble, navigation, positioning, geolocation, radio signal, radio module.*

The principles of placing radio signal sources indoors in the deployment of navigation systems based on Bluetooth Low Energy technology are considered. The effect of radio interference and radio interference on the propagation of radio signals inside the premises is analyzed. An evaluation method for planning the placement of devices based on BLE technology inside buildings and outdoors is proposed.