

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.7:620.3

Соколовский
Владислав Ежиевич

**Исследование условий затенения GPS сигнала с использованием
мобильной системы на базе iOS**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра
по специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии»

Научный руководитель
Мадвейко Сергей Игоревич
доцент, кандидат технических наук

Минск 2022

ВВЕДЕНИЕ

Ввиду глобальной цифровизации, с каждым годом активных пользователей различных веб-сервисов и приложений становится больше. Практически у каждого человека имеется мобильный телефон, а то и несколько. Практически все доступные приложения и сервисы используют системы, определяющие текущее местоположение пользователя. В наше время трудно представить свою жизнь без данных устройств и приложений, работающих с данной технологией. Например, такие приложения как Google Maps, Yandex Maps используют геопозиционные данные с мобильного устройства. Уже зачастую медицинское оборудование снабжается приемниками GPS-сигнала. Множество исследований, например, холтеровское мониторирование, могут снабжаться приемниками GPS-сигнала, для получения более детальной картины исследования: скорости перемещения, маршрута передвижения и целесообразности этих действий. Все это делается для упрощения и удобства жизни человека в 21 веке.

Местоположение приемника в системе спутниковой навигации вычисляется пересечением сфер от разных спутников. Радиусы сфер определяются неточно из-за ионосферной и тропосферной задержек, релятивистского эффекта, эффекта прием отраженного сигнала и других факторов. Без каких-либо коррекций точность определения местоположения составляет 30-50 метров.

Например, определение точного местоположения в глубине квартиры, внутри железобетонного здания, тоннеле не предоставляется возможным даже при использовании профессиональных геодезических приемников. Такие факторы как: плотная листва деревьев, большая облачность или даже не сертифицированный чехол на устройстве могут значительно снизить уровень сигнала от спутников. Также, приему GPS сигнала могут повредить помехи от многих радиоисточников: лобовое стекло автомобиля с электрическим подогревом, некачественные блоки питания видеорегирующего устройства, и многое другое электрооборудование, используемое в автомобилях в наше время.

Таким образом, современные приложения вышли на новый уровень благодаря технологиям для определения геопозиции объекта. Однако, факторы, влияющие на затенение GPS-сигнала остаются основной дилеммой в вопросе улучшения качества и скорости определения геопозиции объекта.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования:

В настоящее время существует проблема затенения GPS сигнала множеством факторов: городской застройкой, естественными объектами, погодными условиями. Выявление корреляции между плотностью городской застройки и временем обнаружения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS является важным шагом для решения существующих проблем.

Исследовав и определив зависимость между плотностью городской застройки как фактором затенения GPS сигнала и временем определения GPS сигнала можно выявить результат, который в дальнейшем будет использоваться для моделирования ситуации и проблем. Моделирование данных ситуаций поможет в решении проблемы затенения как таковой, так и проблемы пропадания сигнала и объекта слежения соответственно.

Цель и задачи исследования:

Цель: Исследование влияния плотности городской застройки как фактора затенения, препятствующего определению GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS на время обнаружения GPS сигнала.

Для достижения поставленных целей основными задачами являются:

1. Анализ аналогичных работ, проведенных для мобильных систем на базе Android.
2. Разработка методики проведения исследования для определения влияния затенения на время обнаружения GPS сигнала.
3. Экспериментальное исследование времени определения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS в условиях отсутствия затенения.
4. Экспериментальное исследование влияния затенения на время определения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS.
5. Экспериментальное исследование влияния затенения на время определения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS.

Объектом: плотность городской застройки как фактор затенения GPS сигнала.

Предметом: время определения GPS сигнала при помощи мобильного устройства на базе iOS.

Область исследования: содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии».

Информационная база исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

Научная новизна заключается в анализе полученных данных эмпирическим путем и исследовании зависимостей между ними. Выявлении корреляции между плотностью городской застройки и временем определения *GPS*- сигнала.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Экспериментально показано, что с увеличением плотности городской застройки до 13 216 м²/га прямопропорционально увеличивается и время определения *GPS*-сигнала. Пиковые значения времени определения *GPS*-сигнала достигают 4.89 секунд. Большая часть значений лежит во временном отрезке 2.4-2.6 секунд.

2. Экспериментально установлено, что в условиях затенения посредством городской застройки время обнаружения *GPS* сигнала в среднем выше на 2 секунды относительно идентичных условий без затенения.

3. Точность определения местоположения в условиях городской застройки (вблизи высоких домов) может уменьшаться с 1-2 метра до 20-30 метров.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении зависимости между плотностью городской застройки и временем определения *GPS*-сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что в дальнейшем результаты исследования можно использовать для построения моделей и прогнозирования времени определения *GPS* сигнала в условиях затенения городской застройкой.

Апробация диссертации и информации об использовании ее результатов

Результаты исследований, вошедших в диссертацию, публиковались в международных научных журналах «Тенденции и инновации современной науки» и «Современные средства связи», а также докладывались на 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, Республика Беларусь, 2021–2022 г.).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 3 доклада в материалах научных конференций.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка цитируемой литературы из 13 наименований. Общий объем диссертации – 49 страниц. Работа содержит 14 иллюстраций и 5 таблиц.

Библиотека БГУИР

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приводится обоснование актуальности работы.

В первой главе рассматриваются виды определения уровня GPS сигнала и система определения геолокации на мобильных системах. Рассматриваются источники сигнала для определения геопозиции, приводится спектр областей применения. Описаны общие сведения о системах глобального позиционирования и общие принципы определения координат для навигационных систем. Рассмотрены принципы трилатерации и триангуляции. Отдельное внимание уделяется применению систем глобального позиционирования в медицине

Во второй главе рассматриваются вопросы погрешностей спутниковой системы навигации GPS. Уделяется внимание вопросам снижения погрешностей при развитии технологии спутниковой навигации. Описываются ошибки, которые влияют на точность определения местоположения при использовании систем спутниковой навигации. Так же приводятся количественные значения погрешностей для большинства описанных ошибок. Рассматриваются варианты записи геометрического фактора

В третьей главе проведен анализ таких методик и экспериментов как: статическое позиционирование с помощью систем глобальной навигации и сотовой сети для смартфонов и исследование точности определения географического местоположения с использованием мобильных систем на базе Android. Так же произведены выбор и описание устройств и программного обеспечения, которое используется для проведения экспериментов

В четвертой главе разработана методика проведения эксперимента для исследования влияния плотности городской застройки как фактора затенения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS. Представлены экспериментальные результаты по точности определения геопозиции мобильным устройством на базе iOS и влияния плотности городской застройки на время определения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS.

В заключении показано, что пиковые значения времени обнаружения GPS-сигнала с использованием мобильного устройства на базе iOS в условиях затенения городской застройкой могут достигать пиковых значений в 4.89 секунд при максимальной плотности городской застройки $13\ 216\ \text{м}^2/\text{га}$. Определено, что большая часть значений лежит во временном интервале от 2.4 – 2.6 секунд. Экспериментально установлено, что в условиях затенения посредством городской застройки время обнаружения GPS-сигнала в среднем выше на 2 секунды относительно идентичных условий без затенения.

Определено, что время обнаружения GPS-сигнала прямопропорционально возрастает с увеличением плотности городской застройки.

Библиотека БГУИР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения данной магистерской диссертации стало проведение эксперимента по определению времени обнаружения *GPS*- сигнала в условиях затенения городской застройкой. Экспериментально установлено, что в условиях затенения посредством городской застройки время обнаружения *GPS*-сигнала в среднем выше на 2 секунду относительно идентичных условий без затенения. Определено, что время обнаружения *GPS*- сигнала прямо пропорционально возрастает с увеличением плотности городской застройки.

По значениям отклонений результатов измерений по формуле Гаусса средняя квадратическая ошибка (СКО) определения широты и долготы для мобильной системы на базе *iOS* составила 6,7 м.

Точность определения координат при нахождении транспортного средства на открытой местности (парковки, площади и пр.) и при движении по крупным автомагистралям, многополосным дорогам будет составлять 1-2 метра. При движении по узким улицам, особенно, когда вдоль них имеются близко расположенные дома, точность составит 4-10 метров. При нахождении автомобиля в "дворовых колодцах", очень близко к высотным домам и т.п. точность может падать вплоть до 20-30 метров.

Была изучена корреляция между значениями плотности городской застройки и временем обнаружения *GPS*- сигнала. Также, были рассмотрены все аспекты влияния городской застройки на время определения *GPS*- сигнала с использованием мобильной системы на базе *iOS*.

Таким образом, было выявлено, что время обнаружения мобильным устройством на базе *iOS* *GPS*- сигнала в условиях затенения городской застройкой может достигать значения в 4.89 сек. при плотности городской застройки 13 216 м²/га.

Для организации эффективного процесса разработки были использованы специальные инструменты для отслеживания. Для определения времени обнаружения *GPS*- сигнала использовалась мобильная система на базе *iOS* 15.3.1. Так же для раскадровки сигнала использовался ноутбук на операционной системе MacOS Monterey. *GPS*- Status является программным обеспечением, которое позволило производить замеры.

Отдельное внимание было уделено процессу проведения эксперимента. Все это позволяет проанализировать полученные данные и сделать вывод о корреляции между плотностью городской застройки как затенения и временем определения *GPS*- сигнала.

В ходе выполнения магистерской диссертации были решены следующие задачи:

1. Разработана методика проведения эксперимента по исследованию времени обнаружения *GPS*- сигнала мобильной системой на базе *iOS*;
2. Проведен эксперимент, а также проанализированны полученные данные;
3. На основе анализа данных были построены графики и проанализированы соответствующие зависимости;
4. Была обнаружена проблема в большом времени обнаружения *GPS*- сигнала при помощи мобильного устройства на базе *iOS*.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1. Соколовский, В.Е. Методы и алгоритмы работы автоматизированной системы управления дорожным движением по навигационным данным. Тенденции и инновации современной науки / Соколовский В.Е. // Нефтекамск, 2020г. С. 60-61

2. Соколовский, В.Е. Маска корпуса транспортного средства для определения затенения GPS-сигнала / Соколовский В.Е., Мадвейко С.И // Современные средства связи, Минск, 2021г., С. 175-176

3. Соколовский, В.Е.. Влияние плотности городской застройки на время определения GPS сигнала с использованием мобильной системы на базе iOS // Сборник материалов 58-ой научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, – Минск, – 2022 (в печати).