

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

М.А. Осипов, Н.В. Чухлебов
Arhara.Volkov2000@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе при выборе данных были проведены обширные исследования выбранной темы. Были изучены различные материалы по теме: «распространение радиосигнала в городской среде».

Ключевые слова: радиоволны, сигнал, дифракция, отражение, город.

RADIO SIGNAL PROPAGATION IN THE URBAN ENVIRONMENT

M.A. Osipov, N.V. Chukhlebov
Arhara.Volkov2000@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper, extensive research on the selected topic was carried out when selecting data. Various materials on the topic were studied: "radio signal propagation in an urban environment."

Keywords: radio waves, signal, diffraction, reflection, city.

Введение

Проблема распространения радиоволн (далее РРВ) в городской среде представляет собой актуальную тему в различных, но при этом смежных областях техники и науки, включая беспроводные системы связи, дистанционное зондирование, мобильную связь, радиорелейную связь, радиолокационные системы и даже космические связи. В данной статье я намерен предоставить общие сведения о данном типе РРВ и обсудить ключевые проблемы, связанные с коммуникацией в городской среде.

При распространении электромагнитных волн в городской среде возникает ряд особенностей, которые инженеры должны учитывать при проектировании вышек и использовании радиотехнических систем. Городская структура характеризуется высокой хаотичностью, наличием множества препятствий различной формы, текстуры, высоты и взаимного расположения, что делает точный расчет распространения этих волн в такой среде затруднительным. значимость понимания принципов распространения радиоволн в городской среде заключается в том, что это позволяет качественно

проектировать и оптимизировать работу радиосвязи и других беспроводных систем в таких условиях. Это особенно важно для стабильности связи в любой части города, что в наше время является весьма значительным фактором.

В этой работе мы основательно рассмотрим и разберём ключевые моменты городской среды, которые отрицательно воздействуют на распространение радиоволнового сигнала

Многолучевой характер

Большое «затенение», вызванное дифракцией, структурами, отражениями и рассеиванием волн, делает процесс распространения сигнала многолучевым и создаёт сложную полевую интерференционную структуру с ярко выраженными и резкими пространственными замираниями. Из-за этого возникают значительные трудности в прогнозировании условий функционирования радиотехнического оборудования.

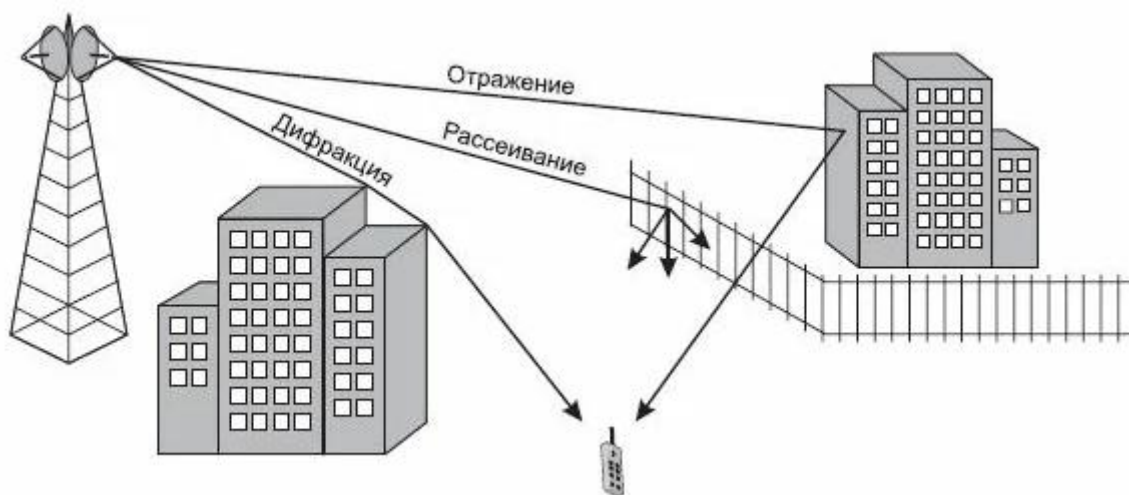


Рисунок 1 – Схема рассеивания сигнала

Нерегулярное пространственное распределение

Самой важной задачей в исследовании распространения радиосигнала является построение графика зависимости уменьшения мощности сигнала от увеличения расстояния между передатчиком и оборудованием принимающего сигнал. Главным образом нас интересует ситуация, при которой передатчик основной станции устанавливается на большой высоте над городом, а движущийся в пространстве объект, который принимает сигнал, находится практически на земной поверхности или не высоко над ней. Сейчас для данного случая уже есть очень много экспериментальных данных. Пространственное распределение напряженности поля в условиях плотной застройки города, особенно не высоко над поверхностью земли, является в значительной мере неравномерным. Сигналы, передаваемые от центральной станции к подвижной точке, испытывают значительные затухания, при этом расстояние между ближайшими максимумами, сопоставимо с длиной несущей сигнал волны. Обширное затенение, которое происходит из-за большого количества строений, почти полностью сводят на нет возможность прямой передачи сигнала, таким

образом это приводит к очень большому затуханию по сравнению с условиями свободного пространства. На рис.2. Приведён сравнительный график зависимости мощности сигнала от расстояния в городской среде и свободном пространстве.

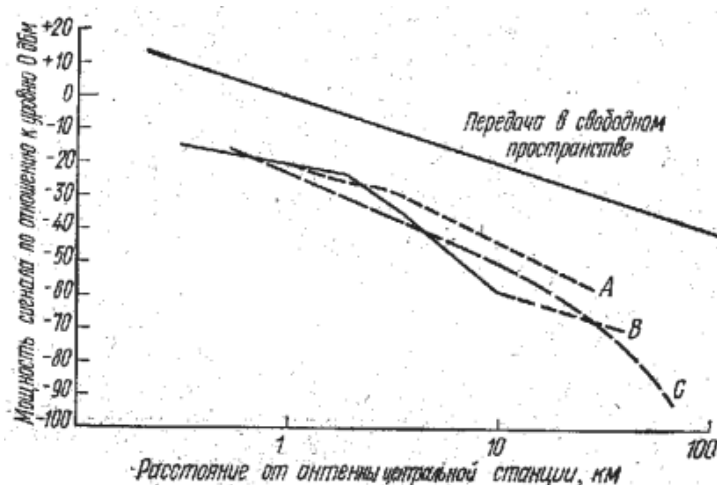


Рисунок 2 – Расстояние от центральной станции

Влияние свойств строительных материалов и расположения зданий

Некоторые стройматериалы практически не мешают прохождению сигнала, другие же его почти целиком отражают или поглощают. Для примера, металлическая облицовка и составные панели отрицательно влияют на радиоволны, часто полностью блокируя сотовую связь и Wi-Fi.

Толщина препятствия также влияет на потери мощности сигнала: чем выше расстояние, проходимое сигналом через материал, тем выше потери. Например, затухание сигнала в бетонной стене толщиной 100 мм могут достигать 25 дБ, а при толщине 200 мм — увеличиваться до 55 дБ. При этом стоит учитывать, что в строительстве чаще всего используется железобетон, в котором армирующим материалом используется железная «сетка», что ещё больше увеличивает потери или и вовсе сводит сигнал в ноль.

Расположение зданий влияет на процесс распространения радиоволн: здания, которые по размеру превышают во много раз длину волны исходящего сигнала, создают большие теневые зоны, а рассеянные и отражённые волны придают процессу многолучевой характер.

Например, наличие строения или любого другого достаточно большого объекта за устройством, принимающим сигнал увеличивает напряжённость поля принимаемого сигнала, а внутри строения, в большей мере вблизи облучаемой наружной стены, сигнал скорее всего будет более сильным, чем снаружи.

Вывод

В ходе данной работы мы ознакомились с основными проблемами распространения радиоволн в городской среде. Методы борьбы с ними мы, может рассмотрим в одной из следующих статей.

Список литературы

1. Моделирование распространения УКВ радиоволн в условиях города с учетом рельефа подстилающей поверхности. – URL: <https://www.dissercat.com/content/modelirovanie-rasprostraneniya-ukv-radiovoln-v-usloviyakh-goroda-s-uchetom-relefa-podstilayu> (дата обращения: 30.10.2024).
2. Лекции по сетям. Часть 3-4. – URL: https://wl.unn.ru/materials/courses/wlnet/Lect/2_Lect_3_4.pdf (дата обращения: 30.10.2024).
3. О влиянии на распространение радиоволн в городе профиля его застройки. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-na-rasprostranenie-radiovoln-v-gorode-profilya-ego-zastroyki> (дата обращения: 30.10.2024).
4. Звягинцева, А.В. Природоохранные мероприятия для снижения загрязнения атмосферы на территории специализированного объекта / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, И.Н. Пантелеев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 21-28. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-21-28.
5. Яньков А.И. Диагностика сложно-функциональной ЭКБ при проведении испытаний на радиационную стойкость // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 94-105.

References

1. Modeling of VHF radio waves propagation in city conditions taking into account the relief of the underlying surface. – URL: <https://www.dissercat.com/content/modelirovanie-rasprostraneniya-ukv-radiovoln-v-usloviyakh-goroda-s-uchetom-relefa-podstilayu> (date of address: 30.10.2024).
2. Lectures on Networks. Part 3-4. – URL: https://wl.unn.ru/materials/courses/wlnet/Lect/2_Lect_3_4.pdf (date of reference: 30.10.2024).
3. On the influence on the propagation of radio waves in the city of the profile of its building. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-na-rasprostranenie-radiovoln-v-gorode-profilya-ego-zastroyki> (date of address: 30.10.2024). Translated with DeepL.com (free version)
4. Zvyagintseva, A.V. Nature protection measures to reduce atmospheric pollution on the territory of the specialized object / A.V. Zvyagintseva, S.A. Sazonova, I.N. Panteleev // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14, № 4. - P. 21-28. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-21-28.
5. Yankov A.I. Diagnostics of the complex-functional ECB during the tests for radiation resistance // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, № 3. - P. 94-105.