

*Тобышева Светлана Викторовна, студент Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»,
Россия, г. Екатеринбург*

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО СИГНАЛА В БЕСПРОВОДНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

Аннотация: В докладе рассмотрена одна из насущных проблем, заключающаяся в явлении аэрозольного ослабления сигнала, передаваемого по атмосферно-оптическим линиям связи.

Ключевые слова: атмосферно-оптические; беспроводная; ослабление; атмосферные аэрозоли.

Annotation: The report considers one of the most pressing problems, which is the phenomenon of aerosol attenuation of the signal transmitted over atmospheric-optical communication lines.

Keywords: atmospheric-optical; wireless; attenuation; atmospheric aerosols.

Проблема при выборе оборудования для организации каналов связи, предназначенных для передачи большого объёма данных, является одной из главных при проектировании современных цифровых сетей передачи данных является [1]. В условиях насыщенных подземных коммуникаций, а также учитывая ужесточение требований законодательных актов к прокладке наружных кабельных линий, остается актуальной задача по беспроводной передаче больших объемов информации на сравнительно небольшие расстояния, либо в труднодоступные местности. Для решения поставленной задачи на первый план выходят решения, основанные на основе беспроводной

оптике - оптические линии связи в свободном пространстве (FSO). Рассматриваемая технология передачи сигнала является достаточно надёжной на расстояниях от нескольких километров и особенно перспективной для решения проблемы "последней мили" – на этапе подключения широкополосного канала связи к абоненту [2].

На работоспособность FSO систем оказывают влияние две категории параметров – внутренние, связанные с конструктивными особенностями системы (чувствительность приемника, мощность излучения, полоса частот, длина волны, оптические потери на приемной стороне, битовая ошибка), и внешние, связанные со средой, в которой функционирует система (расстояние, атмосферное поглощение, видимость, потери на окнах зданий, потери наведения) [4].

Влияющие на ослабление распространения лазера явления проявляются в комплексе, могут быть по качественным признакам разделены на три основные группы:

- аэрозоли - капли воды в жидком и твердом состояниях: дымки, облака, дождь, снег, туман, пыль;
- поглощение и рассеяние молекулами газов воздуха;
- отклонения излучения на турбулентностях атмосферы.

Рассмотрим явления аэрозольного ослабления сигнала как наиболее насущную проблему при реализации атмосферно-оптических линий связи.

При распространении оптических волн в свободном пространстве при ясной погоде наблюдается ослабление в атмосфере, называемое L_{atm} , обусловлено молекулярным поглощением, сильно зависящим от длины волны.

«Как правило, влияние L_{atm} не велико в диапазонах длин волн: 230–200 ТГц / 1300–1500 нм и 375–385 ТГц / 780–800 нм (частота/длина волны для FSOL). Отказы линии при таких явлениях уменьшаются за счет регулировки расходимости оптического луча на передающей стороне, чтобы диаметр пятна луча на приемной стороне был необходимого размера» [3].

«Причиной ослабления вследствие тумана является рассеяние, зависящее от количества частиц (плотности тумана). Измерить плотность тумана или получить по ней статистические данные трудно. Влияние ослабления вследствие тумана, $Attfog$ (дБ/км), можно связать с атмосферной видимостью, V (км), определяемой через максимальное расстояние, на котором можно распознать черный объект на фоне неба» [5].

«В частности, видимость определяется для метеорологических целей. Она характеризуется прозрачностью атмосферы, оцениваемой человеком-наблюдателем. Видимость измеряется через расстояние, на котором передаваемая оптическая мощность уменьшается в ϵ раз по сравнению с исходной величиной. В литературе встречаются следующие два значения ϵ , равные 0,02 или 0,05» [6].

Зависимость между $Attfog$ и V выражается в виде уравнения, которое применяется независимо от вида тумана и оптической длины волны для дальности V меньше 3 км:

$$Attfog = \frac{10 \log_{10}(\epsilon)}{V} \quad (1)$$

Таким образом, влияние тумана на ослабление оптических волн оценивается с помощью статистических данных о видимости.

Ослабление при дожде возникает в результате геометрического рассеяния, вызванного каплями дождя. Данное ослабление $Attrain$ (дБ/км) независимо от длины волны выражается следующей теоретической зависимостью от распределения размера капель дождя, fI :

$$Attrain = 27,29 \times 10^5 \cdot \int_0^{\infty} r^2 \cdot fI dr \quad (2)$$

где: r – диаметр капель дождя (м)

Π – для конкретных мест и длин линий задаётся с помощью статистических данных, характеризующих интенсивность дождевых осадков R (мм/ч).

Ослабление в снеге зависит от интенсивности снегопада I (мм/ч) и от длины волны λ м.

$$\gamma_{\text{snow}} = a \times I^b \quad (3)$$

где: γ_{snow} – ослабление в снеге (дБ/км),

I – интенсивность снегопада (мм/ч),

a, b - функции от длины волны λ (нм).

Существующие типы атмосферных аэрозолей возможно скомпоновать в следующие основные группы: морозь и осадки - дождь или снег, облака, туманы, дымки. Поскольку в облаках и туманах наиболее вероятное значение радиуса частиц составляет 5 - 6 мкм, в дымках - на 1-2 порядка меньше, то ослабление микронного излучения в дымках ниже [7].

Ослабление энергии волны объясняется тем, что волна наводит в каплях токи смещения, являющиеся источниками вторичного и рассеянного излучения, это также создает эффект ослабления в направлении распространения волны.

На рисунке 1 приведены кривые, характеризующие ослабления сигнала в различных аэрозолях по данным информационно-технологического центра Новосибирска.

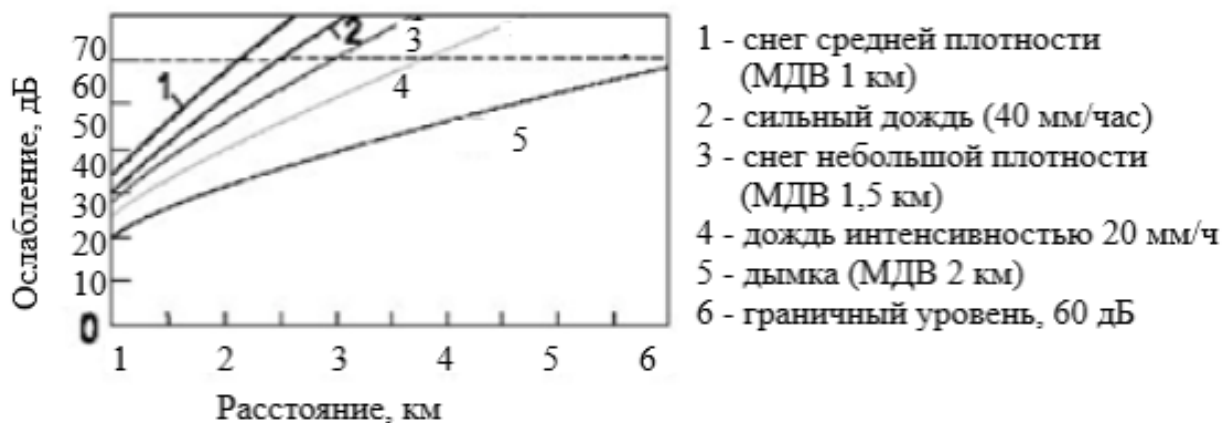


Рисунок 1. Зависимость ослабления сигнала в аэрозолях от расстояния при различных аэрозолях

В результате можно сделать вывод о том, что главными ограничителями дальности АЛС из явлений аэрозольного ослабления сигнала являются густой снег и густой туман, для которых аэрозольное ослабление максимально. При проектировании атмосферных оптических линий необходимо по возможности увеличивать высоту установки приёмо-передающего оборудования, ориентируясь на отметки, где густота тумана меньше.

Библиографический список:

1. G. Nykolak, et al., "4 X 2.5 Gb/s 4.4 km WDM free-space optical link at 1 550 nm," in Proc. OFC'99, PD11, 1999.
2. Медвед Д.Б. Влияние погодных условий на беспроводную оптическую связь. Вестник связи, 2001, № 4, с.154-157.
3. Отчёт МСЭ-R F.2106. Применения фиксированной службы с использованием оптических линий связи в свободном пространстве.
4. Рекомендация МСЭ-R P.1817. Данные о распространении радиоволн, требуемые для разработки наземных оптических линий для связи в свободном пространстве.
5. Зеленюк Ю.И., Огнев И.В., Поляков С.Ю., Широбакин С.Е. Влияние погодных условий на надежность атмосферной оптической связи // Вестник связи. 2002. №4.
6. Милютин Е.Р. Атмосферные оптические линии связи в России // Вестник связи. 2008. №2. С. 89–90.
7. Милинкис Б, Петров В. Атмосферная лазерная связь // ИНФОРМОСТ – Радиоэлектроника и Тетелекоммуникации № 5(18), 2001.