ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА МОДЕЛИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ТРАФИКА

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON TRAFFIC DATA TRANSMISSION MODELS

УДК 004.7

Макаров А.В., студент факультета «Информатика и системы управления», Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия, г. Москва

Андреев А.М., Кандидат технических наук, доцент кафедры «Компьютерные системы и сети», Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия, г. Москва

Makarov A.V. e-mail: makarovav@student.bmstu.ru

Andreev A.M.

Аннотация

Статья посвящена анализу влияния погодных условий на модели передачи данных трафика. Проанализированы основные понятия, влияющие на радиосигнал. Определяются основные формулы, по которым возможно рассчитать, уровень ослабления определенной частоты при переменных дальности и уровня осадков. Рассмотрены и приведены примеры ослабления сигналов при определенных частотах. В результате исследовано, что низкочастотные радиоволны имеют меньшее ослабление сигнала, чем высокочастотные, а радиосигналы имеющие длинные волны и вовсе не изменяю уровень мощности при различных погодных условиях. Так же исследовано влияние погоды на поколения сетей 4g и 5g.

Annotation

The article is devoted to the analysis of the influence of weather conditions on traffic data transmission models. The basic concepts affecting the radio signal are analyzed. The basic formulas that can be used to calculate the level of attenuation of a certain frequency with variable range and precipitation level are determined. Examples of signal attenuation at certain frequencies are considered and given. As a result, it was investigated that low-frequency radio waves have less signal attenuation than high-frequency ones, and radio signals with long waves do not change the power level at all under different weather conditions. The influence of weather on the generations of 4g and 5g networks is also studied.

Ключевые слова: радиосигнал, частота, мощность, амплитуда, уровень ослабления, интенсивность.

Keywords: radiosignal, frequency, power, amplitude, attenuation level, intensity.

ВВЕДЕНИЕ

Изменения погодных условий оказывают влияние на скорость передачи данных трафика. В основном в таких сетях основой передачи является радиосигнал. Характеристиками радиосигнала называются амплитуда, частота и фаза. При настройке этих параметров можно передавать данные в качестве радиосигнала. Амплитуда определяется как интенсивность частотного сигнала. Мощность — это мера измерения амплитуды. Для преодоления дистанции радиосигналу необходимо затратить некоторое количество энергии, это и есть мощность. Частота – количество полных периодов в секунду. Радиочастоты определены как частоты или полосы частот в диапазоне 3 кГц – 300 ГГц. А длина волны принимается за расстояние между соседними гребнями соседних волн [1].

Средой передачи у радиосигнала составляют следующие естественные среды: космическое пространство, атмосфера, земная поверхность. При распространении радиоволн, в среде передачи происходят изменения таких

явлений как изменение направления и скорости распространения, поворот плоскости поляризации, амплитуды поля волны, запаздывание по времени и искажение разных передаваемых сигналов. Окружающая среда имеет влияние на радиосигнал. Типы искажений выражаются в затухании или амплитудном искажении сигнала, потерей части радиосигнала в свободном пространстве, различное атмосферное поглощение. [2]

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Атмосферное поглощение является одной из основных причин потерь мощности сигнала между передающим и принимающим устройством. В основном ослабевают радиосигнал атмосферный газ и водяной пар. Для сантиметровых и более длинных волн это не является проблемой. Однако при плохих метеорологических условиях, таких как снег, дождь, град, туман радиоволны короче сантиметровых заметно ослабевают. Капля воды обладает существенной проводимостью, это означает, что в ней происходит возбуждение высокочастотных токов.

Плотность токов прямо пропорциональна частоте. Однако значительные токи или тепловые потери, возникают при распространении в основном сантиметровых и более коротких волн высокочастотных радиосигналов. Эти токи также являются источниками вторичного рассеянного излучения, ослабляющего прямой сигнал.

Величину уровня ослабления радиоволн в воздухе можно представить в следующем виде:

$$|V| = \frac{|E|}{|E_0|} = e^{-\int_0^r a(r)\partial r}, \quad (1)$$

где E – напряженность поля в рассчитываемом погодой пространстве;

E_0 – напряженность поля в пустом пространстве;

r – путь, пройденный радиоволной;

$a(r)$ – уровень ослабления мощности радиосигнала на его единицу длины в каждой точке траектории.

Уровень ослабления a(r) это суперпозиция следующих двух величин: уровня ослабления в гидрометеорах и уровня ослабления в газах:

$$a(r) = a_{г}(r) + a_{гт}(r). \quad (2)$$

Под гидрометеорами принимаются природные явления такие как дождь, гроза или град.

При преобразовании формулы 1 получается следующая формула:

$$|V|_{[дБ]} = \gamma_k * r_k + \gamma_в * r_в, \quad (3)$$

где γ_k , $\gamma_в$ - погонное ослабление в парах воздуха и воды соответственно;

r_k, $r_в$ - эффективные длины путей радиосигналов в парах газов и воды соответственно.

Уровень ослабления в гидрометеорах:

$$|V_г|_{[дБ]} = \gamma_д * r_д, \quad (4)$$

где $\gamma_д$ - погонное ослабление в дожде;

$r_д$ - эффективный путь радиосигнала в дожде.

По итогам расчетов разных частот возможно составить примерный график зависимости интенсивности дождя от ослаблений сигнала, показанный на рисунке 1.

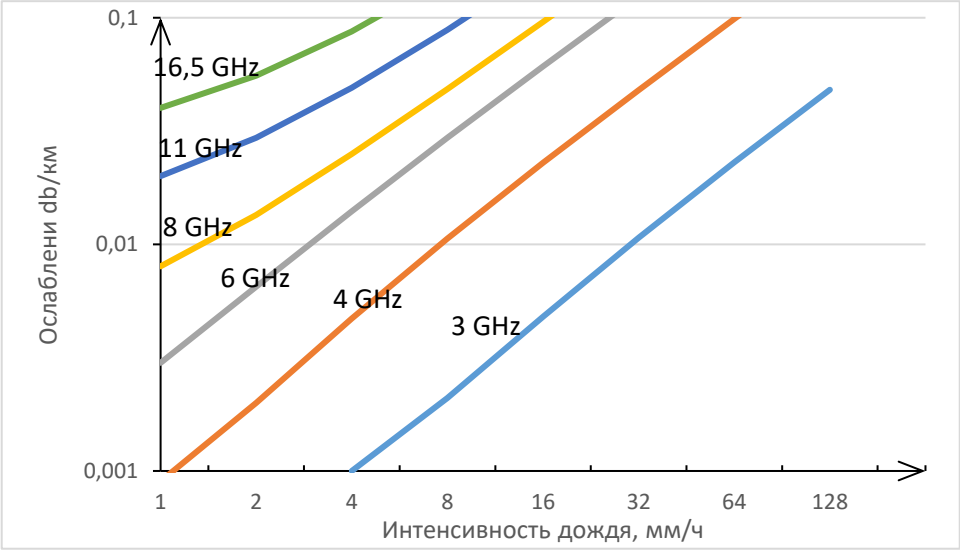


Рис.1 - Примерный график зависимости интенсивности дождя от ослаблений сигнала

Уровни интенсивности осадков можно разделить в основном на 5 групп, где <0,25 мм/ч определяется как мелкий дождь, 1,25–12,5 мм/ч ощущается как легкий дождь, 12,5–25 мм/ч уже средний дождь, 25–100 мм/ч - это сильный дождь, интенсивность >100 является тропическим ливнем.

По рисунку видно, что чем выше частота радиосети, чем требуется меньшее расстояние для ослабления сигнала. Для современных сетей это может стать критическим. Сегодня мир постепенно переходит на сеть пятого поколения и в дождливую погоду могут быть особенные проблемы с дальностью улавливания радиосети передатчиками. Теоретический предел для скорости передачи данных в 1 Гбит/сек составляет от 3,2 км (2600 МГц) до 19,7 км (450 МГц). На частоте 800 МГц радиосеть способна обеспечить такую скорость на расстоянии до 13,4 км [5].

Для сетей пятого поколения требуемая скорость выше и потому дальность расстояния улавливания радиосети меньше, чем для четвертого поколения связи. Есть три группы диапазонов в которых планируется строить сети в России. В первую группу входят низкочастотные диапазоны до 700 МГц, радиус действия таких базовых станций может достигать нескольких километров. Этот диапазон обеспечивает стабильный сигнал в закрытых помещениях, но максимальная скорость передачи данных ограничена 100 Мбит/с.

К группе среднего диапазона, действующего от 2 до 6 ГГц. Радиус действия базовых станций составляет от нескольких сотен метров до 1–2 км.

К группе миллиметровых частот, относящихся к диапазону 24,25–29,5 ГГц, радиус действия сигнала в диапазоне не превышает 200 м. Он предназначен для скорости передачи данных, до 20 Гбит/с. Для дождливой и туманной погоды радиус действия сети передачи данных может уменьшаться на 30% при среднем уровне дождя, что и без того малый радиус для второй и третьей группы диапазонов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решениями проблем погодного и атмосферного ослабления высокочастотных радиоволн являются несколько вариантов. Первый – это на территориях, где обычно выпадает обильное количество осадков, необходимо сокращать расстояние между приемником и передатчиком, так как в таких местностях радиосигнал рассеивается и поглощается, тем самым подвергается значительному ослаблению. При кротчайшем расстоянии мощности сети передачи данных должно хватить, чтобы передать нужную информацию [6]. Второй вариант – это использование для связи более низких частот. Атмосферное поглощение при таких радиосетях может отсутствовать почти при любой погоде, так как низкочастотные волны обладают большей длиной и без значительного сопротивления проходят через атмосферу.

Библиографический список:

1. Изюмов Н., Линде Д. Основы радиотехники. Издание второе, переработанное. М.-Л.; Энергия, 1965. С. 171–198.
2. Сорокин А. Д. Распространение радиоволн в свободном пространстве [Электронный ресурс]. URL: http://www.electrosad.ru (дата обращения: 02.05.2021).
3. Родос Л.Я. «Электродинамика и распространение радиоволн». Учебно-методический комплекс, учебное пособие. Санкт-Петербург, из-во СЗТУ, 2007 г.
4. АНО «Радиочастотный центр МО» [Электронный ресурс]. URL: http://www.rfcmd.ru/ (дата обращения: 03.05.2021).
5. LTE в 450 МГц и не только. [Электронный ресурс]. URL: https://mobile-review.com/articles/2013/lte-450.shtml (дата обращения: 10.05.2021)
6. НОУ Интуит. Беспроводные сети. Лекция 11: Антенны [Электронный ресурс]. URL: http://www.intuit.ru/studies/courses/1004/202.html (дата обращения: 03.05.2021).

7. Альперт Я.Л., Гусева Э.Г., Флигель Д.С. Распространение низкочастотных электромагнитных волн в волноводе Земля — ионосфера. - М.: Изд-во «Наука», 1977.

Reference list:

1. Izyumov N., Linde D. Fundamentals of radio engineering. Second edition, revised. M.-L .; Energy, 1965, pp. 171–198.
2. Sorokin AD Propagation of radio waves in free space [Electronic resource]. URL: http://www.electrosad.ru (date of access: 02.05.2021).
3. Rhodes L.Ya. "Electrodynamics and radio wave propagation". Educational-methodical complex, study guide. St. Petersburg, from NWTU, 2007
4. ANO "Radio frequency center MO" [Electronic resource]. URL: http://www.rfcmd.ru/ (date of access: 03.05.2021).
5. LTE at 450 MHz and more. [Electronic resource]. URL: https://mobile-review.com/articles/2013/lte-450.shtml (date accessed: 05/10/2021)
6. KNOW Intuit. Wireless networks. Lecture 11: Antennas [Electronic resource]. URL: http://www.intuit.ru/studies/courses/1004/202.html (date accessed: 05/03/2021).
7. Alpert Ya.L., Guseva E.G., Fligel D.S. Propagation of low-frequency electromagnetic waves in the Earth-ionosphere waveguide. - M .: Publishing house "Science", 1977.