

МИКРОВОЛНОВАЯ МНОГОПОЛЮСНАЯ МОДЕЛЬ РАЗВЕТВЛЕННЫХ КОРИДОРНЫХ РАДИОКАНАЛОВ ПРИ РАБОТЕ Wi-Fi СИСТЕМЫ ВНУТРИ ЗДАНИЯ

Стрельницкий А. А., Цопа А. И., Шокало В. М.
 Харьковский национальный университет радиоэлектроники
 пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина
 тел.: 8057-7021430, e-mail: stal.sivan@gmail.com

Аннотация — Проведены экспериментальные исследования затухания радиоволн в нескольких коридорах главного корпуса ХНУРЭ, образующих Т-соединение. Разработан приближенный метод расчета уровня затухания радиоволн в коридорных волновых каналах с помощью модели ХНУРЭ Wi-Fi и пакета прикладных программ Microwave Office.

I. Введение

Одним из известных механизмов распространения радиоволн микроволнового диапазона является движение волновых фронтов вдоль коридоров зданий или улиц городов, образующих своеобразную разветвленную направляющую систему. В [1] были проведены предварительные исследования, доказывающие возможность применения к анализу таких направляющих систем теории микроволновых многополюсных цепей. Актуальность их обусловлена широким внедрением систем беспроводного доступа уровня LAN и MAN. В данной работе, как продолжении начатых исследований, излагается разработанная авторами методика расчета коридорных волновых каналов и экспериментальным путем доказываются ее достоверность.

II. Основная часть

Цель работы — доказать возможность прогнозирования уровня затухания радиоволн в коридорных волновых каналах с помощью модели ХНУРЭ Wi-Fi [2] и пакета прикладных программ Microwave Office.

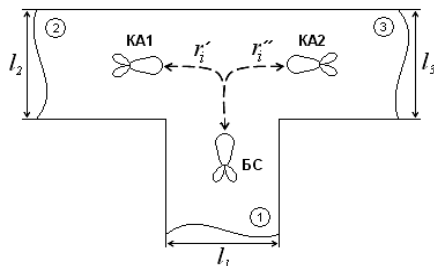


Рис. 1. Схема Т-образного коридора.
 Fig. 1. T-corridor scheme

Табл. 1. Архитектурные характеристики коридоров.
 Table 1. Architectural descriptions of the corridors

N этажа	l_i, M			h_i, M		
	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=1$	$i=2$	$i=3$
3	2,5	3,7	3,7	3,0	3,0	3,0
4	2,6	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5

Доказательство проведем на примере анализа и экспериментальных исследований затухания радиоволн в нескольких коридорах главного корпуса ХНУРЭ, образующих Т-соединение (рис. 1). Архитектур-

ные характеристики коридоров разных этажей указаны в табл. 1. Здесь кроме ширины l_i приведены и высоты коридоров h_i .

Необходимые для сравнения с расчетами экспериментальные данные были получены при использовании Wi-Fi оборудования протокола IEEE 802.11b и описанной в [3] методики измерений.

Базовая станция (БС) устанавливалась в плече 1 Т-разветвления, а клиентские адаптеры КА1, КА2 — в плечах 2, 3. Клиентские адаптеры дискретно (через 1м) перемещались относительно БС на расстояние r_i' и r_i'' и в каждой точке проводились десятикратные измерения.

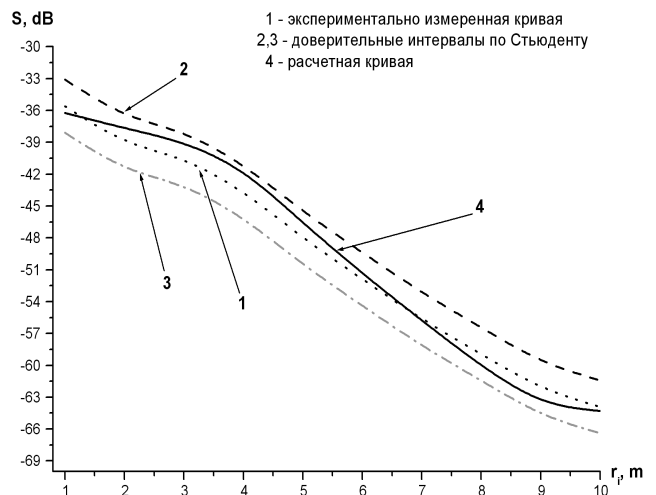


Рис. 2. Затухание сигнала в Т-коридоре 3-го этажа.
 Fig. 2. Signal attenuation in the T-corridor on the 3rd floor

Обработка их результатов проводилась с помощью распределения Стьюдента. Часть экспериментальных и расчетных кривых приведена на рис. 2. Полный объем экспериментальных и теоретических результатов обсуждается в докладе.

В разработанной для расчета модели отрезок коридора в Т-разветвлении длиной r_i' представляется в виде отрезка эквивалентной длиной линии без потерь длиной r_i . Линия каскадно включалась с переменным аттенуатором, учитывающим потери распространения $L(r_i/r_0)$, где r_0 — эталонное расстояние [4], относительно которого проводится расчет затухания на текущем расстоянии r_i .

Матрица рассеяния четырехполюсника эквивалентного каскадному соединению линии и аттенуатора имеет вид:

$$[S(r_i)] = \begin{bmatrix} 0 & \sqrt{L\left(\frac{r_i}{r_0}\right)} \\ \sqrt{L\left(\frac{r_i}{r_0}\right)} & 0 \end{bmatrix} e^{-i\beta r_i}.$$

Матрица записана в предположении, что четырехполюсник является согласованным с характеристическим сопротивлением свободного пространства и взаимным, а $\beta = 2\pi/\lambda$, λ — длина рабочей волны.

Схема Т-образного соединения используется для расчетов в пакете прикладных программ Microwave Office приведена на рис. 3 ($l = r_i$ — отрезок линии длиной r_i ; АТ1, АТ2 — аттенюаторы; ИМ — измеритель мощности).

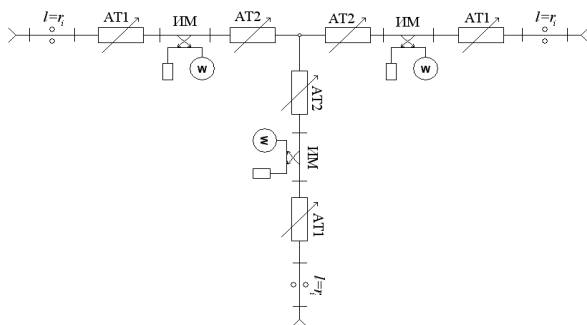


Рис. 3. Схема Т-образного соединения используемая для расчетов в пакете прикладных программ Microwave Office.

Fig. 3. The scheme of the T-connection used for calculations in Microwave Office

Для определения уровней сигнала S в точках r_i (например, первого плеча) аттенюатору АТ1 приписывались затухания $L(r_i/r_0)$, вычисленные по методике работы [3]. Аналогично вычислялись и затухания аттенюатора АТ2, учитывающего потери распространения от точки r_i до центра разветвления. При этом измерители мощности и аттенюаторы АТ2 в боковых плечах исключались, а оставшемся аттенюаторам АТ1 приписывались потери распространения на всей длине соответствующих плеч.

Нетрудно заметить, что теоретические кривые хорошо согласуются с экспериментальными в пределах поля допуска.

III. Заключение

Доказана возможность прогнозирования затуханий в коридорных радиоканалах с помощью теории микроволновых цепей и модели ХНУРЭ Wi-Fi.

IV. Список литературы

- [1] Стрельницкий А. А., Стрельницкий А. Е., Цопа А. И., Шокало В. М. Модель многополюсника для расчета затуханий радиоволн в волновых каналах архитектурных сооружений (модель ХНУРЭ-ВКАС). Сборник докладов конференции «КрыМиКо'2007» — Севастополь. 2007. с. 213.
- [2] Стрельницкий А. А., Стрельницкий А. Е., Цопа А. И., Шокало В. М. Вариант модели расчета затухания широкополосного сигнала в радиолинии локальной сети связи (модель ХНУРЭ Wi-Fi). Сборник докладов конференции «КрыМиКо'2007», Севастополь, 2007, - с. 215.
- [3] Стрельницкий А. А., Стрельницкий А. Е., Цопа А. А., Шокало В. М. Вариант модели затухания широкополосного сигнала в радиолинии при расчете защищенности локальной сети связи. Научно-технический журнал «Захист інформації». — 2008 Киев. ГУИКТ. №3(39). с. 38 — 43.

- [4] Бернгард Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание. : Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 1104 с.

MICROWAVE MULTIPOLAR MODEL OF BRANCHING CORRIDOR RADIO CHANNELS WITH OPERATING WI-FI SYSTEM INSIDE A BUILDING

Strelnytskyi A. A., Tsopa A. I., Shokalo V. M.
Kharkiv National University of Radioelectronics
14, Lenin Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine
Ph.: 8057-7021430, e-mail: stal.sivan@gmail.com

Abstract — Experimental research of radio-waves attenuation in several corridors of KhNURE main building forming T-connection has been done. The approximate method for calculation of radio-waves attenuation level in corridor wave channels by means of KhNURE Wi-Fi model and a package of applied programs Microwave Office has been developed.

I. Introduction

One of the known mechanisms of microwave range radio-waves distribution is wave fronts movement along of building corridors or city streets forming an original branching directing system. In [1] the preliminary research proving the possibility of application of the theory of microwave multipolar chains to the analysis of such directing systems was conducted. Their relevance is caused by wide introduction of LAN and MAN level wireless access systems. In the given work as continuation of the started research, the developed procedure of calculation of corridor wave channels designed by the authors is stated and its reliability is experimentally proved.

II. Main Part

The purpose of work is to prove the possibility of forecasting the level of attenuation of radio-waves in corridor wave channels by means of the model KhNURE Wi-Fi [2] and a package of applied programs Microwave Office.

The proof we will make on an example of analysis and experimental research of radio-waves attenuation in several corridors of the KhNURE main building forming a T-connection (fig. 1). Architectural characteristics of corridors of different floors are specified in tab. 1. Besides width l , heights of corridors h , are also provided.

Experimental data necessary for the comparison with calculations have been obtained using Wi-Fi equipment of IEEE 802.11b protocol and measurement techniques described in [3]. A part of experimental curves and simulations is provided on fig. 2. The full volume of experimental and theoretical results is discussed in the report.

In the model developed for calculation the corridor piece in the T-branching of r_i' length is performed in form of a piece of an equivalent-length lost-free line of r_i length. The line was cascaded with a variable attenuator, considering distribution losses $L(r_i/r_0)$, where r_0 is the ideal distance [4] concerning which attenuation calculation on the current distance is carried out.

The matrix of a quadripole dispersion equivalent to cascade connection of a line and attenuator is written down in the assumption that the quadripole is coordinated with characteristic resistance of free space and mutual, and $\beta = 2\pi/\lambda$, λ — is the length of a working wave.

III. Conclusion

The possibility of forecasting of attenuations in corridor radio channels by means of the theory of microwave chains and model KhNURE Wi-Fi has been proved.