

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ДАЛЬНОСТЬ СВЯЗИ В РАДИОЛИНИИ С НИЧТОЖНЫМИ ШУМАМИ МНОГОЛУЧЕВОСТИ

Попов И.Л.¹

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)», Москва, Россия, ГСП-4, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, e-mail: lalevama@mail.ru

Для любой системы связи главной задачей является рациональное использование энергетического потенциала линии связи. Важной задачей анализа систем радиосвязи является создание имитаторов радиоканала, которые позволяют в лабораторных условиях, адекватных реальным, экспериментально исследовать варианты построения систем радиосвязи. Нами предложена имитационная физическая модель радиолинии с ничтожными шумами многолучевости, которая входит в состав физического имитатора радиоканала имитатора. В предложенном имитаторе радиоканала в качестве приемопередающих устройств используются стандартные (используемые в реальной системе) приемопередающие устройства (без имитации их функционирования). В статье рассматриваются вопросы влияния мощности излучения передатчика на качество передачи и дальность радиосвязи на примере физического имитатора радиоканала диапазона 2,4 ГГц. Предлагается использовать данный имитатор радиоканала для более точного определения характеристик канального оборудования.

Ключевые слова: имитатор радиоканала, энергетический потенциал, мощность излучения передатчика

ENERGY POTENTIAL AND THE COMMUNICATION RANGE IN RADIO LINK WITH NEGLIGIBLE NOISE MULTIPATH

Popov I.L.¹

¹Popov Ivan Leonidovich, the graduate student of «Automatic Equipment, Telemechanics and Communication on Railway Transport» chair «Moscow State University of railway engineering (MIIT)» Moscow, Russia, GSP-4, 127994 Moscow, Russia, Obraztsov St., 9, p.9, e-mail: lalevama@mail.ru

For any communication system the main objective is the rational use of energy potential of the communication line. An important task of the analysis of radio communication systems is the creation of a simulated radio channel, which allows in laboratory conditions adequate to the real, experimentally investigate the parameters for the design of radio communication systems. This paper presents a simulation model of the physical radio link with an insignificant noise multipath, which is included in the physical simulator simulator radio. The proposed simulator transmission channel or as receiving devices use a standard (used in the real system) transceiver (without simulation of their functioning). The article discusses the influence of the radiation power of the transmitter on the transmission quality and range of radio communication on the example of a physical simulator of the radio channel in the 2,4 GHz band. It is proposed to use a radio channel simulator for a more accurate characterization of the channel equipment.

Keywords: simulator radio channel, the energy potential, the radiation power of the transmitter

Для любой системы связи главной задачей является рациональное использование энергетического потенциала линии связи. Применительно к анализу радиолинии диапазона 2,4 ГГц эта задача решается в [9] по результатам натурных испытаний, с большой дисперсией оценок в результате влияния многолучевости.

Важной задачей анализа систем радиосвязи является создание имитаторов радиоканала, позволяющих в лабораторных условиях, адекватных реальным, экспериментально исследовать варианты построения систем [5–8].

Имитационная физическая модель радиолинии с ничтожными шумами многолучевости предложена нами в работах [2; 3]. Далее будем использовать для ее обозначения аббревиатуру ИФМР.

Является ли ИФМР имитатором радиоканала?

ИФМР входит в состав нашего физического имитатора радиоканала имитатора ФИРК, в котором в качестве приемопередающих используем стандартные (используемые в реальной системе) приемопередающие устройства (без имитации их функционирования).

Можно ли обойтись без ИФМР, определяя уровень сигнала на ее выходе простым вычитанием дискретных значений затухания, используемых в ней, из уровня сигнала на входе?

Нет, поскольку использование ИФМР в составе ФИРК предоставляет реализуемую нами возможность сохранить процедуры, присущие реальной радиолинии (АЦП, ЦАП, пакетизация, депакетизация, модуляция, демодуляция и т.п.), возможность менять параметры ФИРК по результатам измерений, чего не сделаешь при «простом вычитании».

Таким образом, ФИРК решает задачи, подобные задачам имитатора радиоканала, предложенного в работе [1].

Имитационная физическая модель радиолинии с ничтожными шумами многолучевости

ИФМР подробно описана в работах [2; 3]. В таблице 1 представлена зависимость коэффициента нелинейных искажений $K_{пр}$ и отношения сигнал/шум ОСШ (измеренного по методу СИНАД) на выходе приемной радиокарты от затухания A , вносимого ИФМР сигнала на выходе передающей радиокарты 0 дБм.

Таблица 1

Зависимость $K_{пр}$ и ОСШ от затухания A в линии

Затухание A , вносимое ИФМР, дБ	Уровень сигнала на выходе ФИРК, дБм	Значения $K_{пр}$, %	Значения ОСШ, дБ
0	0	1	40
70	-70	1	40
80	-80	3,5	29,12
81	-81	4,5	26,94
82	-82	6	24,44
83	-83	10	20
84	-84	15	16,48
85	-85	25	12,04
86	-86	30	10,46

87	-87	50	6
88	-88	100	0

Следует отметить, что табличные значения при уровне сигнала на выходе ФИРК – 85 дБм, полностью соответствуют значениям при стандартной процедуре измерения чувствительности ($ОСШ = 12$ дБ, $K_{пр} = 25\%$) используемой приемной радиокарты, что подтверждает достоверность полученных результатов измерения.

На рисунке 1 представлена зависимость ОСШ на выходе на выходе ФИРК от затухания, вносимого ИФМР

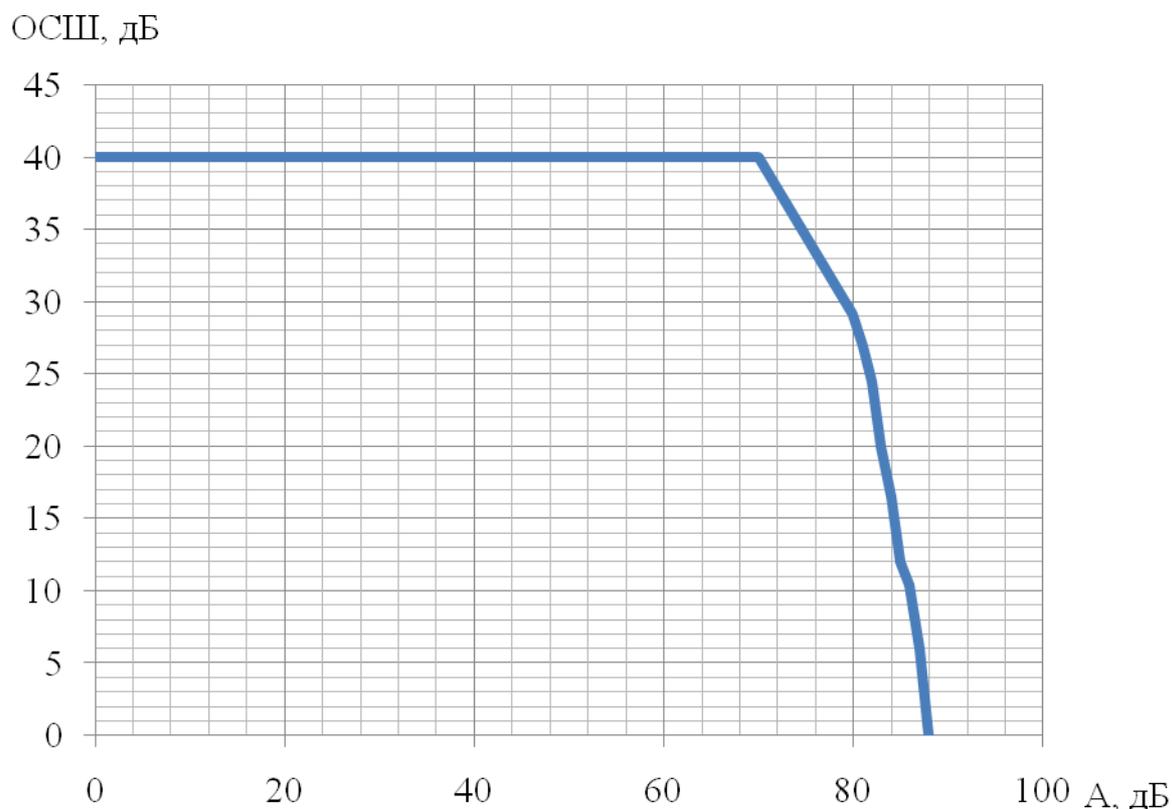


Рис. 1. Зависимость ОСШ на выходе ФИРК от затухания, вносимого ИФМР

В реальных радиолиниях шумы аппаратуры отсутствовать не могут. Их необходимо учитывать. Принимаем уровень шумов $U_{ш}$ аппаратуры равным 1, 2, 3, 5, 10 и 15% от уровня сигнала U_c (который для нашей передающей радиокарты равен 0,775 В) и получаем зависимости ОСШ на выходе ФИРК от затухания, вносимого ИФМР с учетом шумов аппаратуры.

В таблице 2 представлена зависимость $K_{пр}$ и ОСШ на выходе ФИРК от уровня сигнала на его входе.

Таблица 2

Зависимость КНИ и ОСШ на выходе ФИРК от уровня сигнала на его входе

Уровень сигнала на входе ФИРК, дБм	Уровень сигнала на выходе ИФМР, дБм	Значения Кпр на выходе ФИРК, %	Значения ОСШ на выходе ФИРК, дБ
0	-85	25	12
2	-83	10	20
4	-81	4,5	26,9
6	-79	3,2	29,9
8	-77	2,6	31,7
10	-75	2	34
12	-73	1,5	36,5
14	-71	1	40
16	-69	1	40
18	-67	1	40
20	-65	1	40

Оценка дальности связи при использовании ИФМР

При градуировке ФИРК используем ГОСТ Р 53363-2009, в разделе 6 которого «Расчет потерь распространения радиосигнала в свободном пространстве» приведена формула для расчета потерь распространения радиосигнала L_0 , дБ, в свободном пространстве на интервале длиной R , км, при частоте радиосигнала f , ГГц. В наших обозначениях формула (1):

$$A = 92,45 + 20\lg(f) + 20\lg(L), \quad (1)$$

где A , дБ — потери распространения (ослабление) радиосигнала в свободном пространстве (затухание, вносимое ИФМР);

L , км — дальность действия радиоканальных устройств (ДДРУ);

f , ГГц — частота.

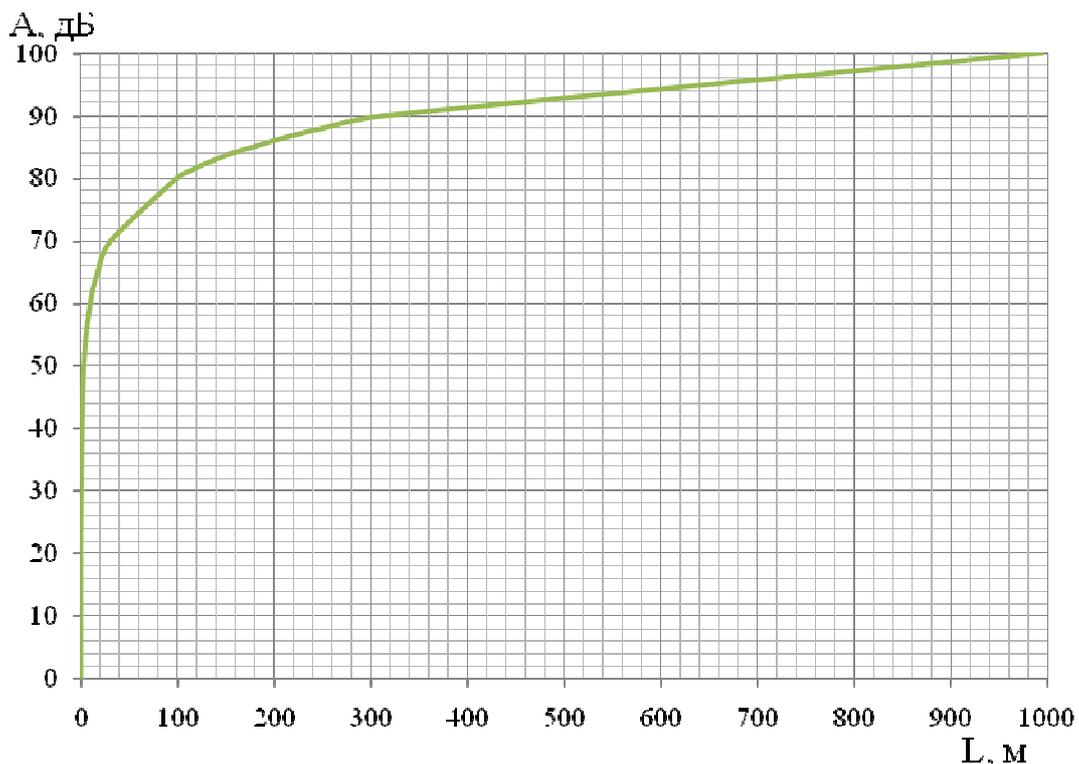


Рис. 2. Зависимость ослабления радиосигнала в свободном пространстве от расстояния

Естественно, может использоваться формула для решения задачи определения зависимости L, км от A, дБ, которая при $f=2,4$ ГГц принимает вид:

$$L = 10^{\frac{A-100,054}{20}} \quad (2)$$

Таблица 3

Сопоставление затухания, вносимого ИФМР, с дальностью радиосвязи при натуральных испытаниях

Затухание ИФМР, дБ	A, вносимое	Дальность, м	Уровень сигнала на выходе ИФМР, дБм	Значения на выходе Кпр на ФИРК, %	Значения на выходе ОСШ на ФИРК, дБ
0		0	0	1	40
10		0,04	-10	1	40
20		0,1	-20	1	40
30		0,35	-30	1	40
40		1,1	-40	1	40

50	3,4	-50	1	40
60	10,5	-60	1	40
70	32,8	-70	1	40
80	102,1	-80	3,5	29,1
81	114,4	-81	4,5	26,9
82	128,1	-82	6	24,4
83	143,5	-83	10	20
84	160,8	-84	15	16,5
85	180,1	-85	25	12
86	201,8	-86	30	10,5
87	226	-87	50	6
88	253,2	-88	100	0

Следует отметить, что значение ОСШ, равное 6 дБ на выходе ФИРК, определяет границу блокирования приемника (в соответствии с ГОСТ 12252).

Заключение

В работе рассмотрена имитационная физическая модель радиолинии (ИФМР) с ничтожными шумами многолучевости как часть физического имитатора радиоканала (ФИРК). Эта модель позволяет измерить коэффициент нелинейных искажений на выходе приемника для последующего определения качества пакетной передачи речи (ГОСТ 12252-86). На примере ФИРК была рассмотрена зависимость ОСШ от мощности излучения передатчика.

Список литературы

1. Ву Ван Шон. Разработка имитатора радиоканалов мобильной связи: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Владимир, 2009.
2. Горелов Г.В., Маркачев С.А., Попов И.Л., Самойлов В.Е. Измерение параметров радиолинии диапазона 2,4 ГГц при исключении влияния многолучевого распространения // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL:<http://www.science-education.ru/121-18358>.
3. Горелов Г.В., Маркачев С.А., Попов И.Л., Самойлов В.Е. К определению зоны эстафетной передачи в сетях сотовой связи технологии многостанционного доступа с кодовым

- разделением // Проектирование и технология электронных средств, ISSN 2071–9809, 2015. – № 2. — С. 51–55.
4. Елькин М.С. Расчет дальности радиосвязи в здании // Системы безопасности. – 2010. – № 3, URL: <http://specautomatik.ru/index.php/article/295-radio-range-building>.
5. Самойлов А.Г., Ву Ван Шон. Модель распространения сигналов сотовой связи // 7-я Международная НТК «Перспективные технологии в средствах передачи информации». – Владимир. – 2007. С. 26–27.
6. Самойлов А.Г., Ву Ван Шон. Размещение базовых станций сотовой связи в населенных пунктах // Сборник трудов «Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование», РГГМУ. СПб., 2009. — С. 390–391.
7. Самойлов А.Г., Ву Ван Шон, Ратников И.Е., Оценка уровней электромагнитного облучения // 8-я Международная НТК «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии». – Владимир: Владимирский государственный университет, Кн. 2, 2008. — С. 297–299.
8. Самойлов А.Г., Самойлов С.А., Ву Ван Шон. Определение зоны жилой застройки около излучающих радиосистем // Журнал «Биомедицинская радиоэлектроника». – М., 2008 — № 6. — С. 48–51.
9. Sheth A., Han R. An Implementation of Transmit Power Control in 802.11b Wireless Networks. Department of Computer Science University of Colorado, Boulder, CU-CS-934-02.2002. — Pp. 1–21.

Рецензенты:

- Ромашкова О.Н., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Прикладная информатика» ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», г. Москва;
- Зыков В.И., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Специальная электротехника, автоматизированные системы и связь» Академии ГПС МЧС России, г. Москва.