

УДК 621.396

DOI: 10.30987/conferencearticle_61c997f14d0884.72453584

МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ РАДИООПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ С РЕТРАСЛЯТОРАМИ

Роман Петрович Краснов

Воронежский государственный технический университет, доцент кафедры радиотехники, к.т.н., Россия, Воронеж, rpkrasnov@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты моделирования работы радиооптической системы передачи с применением канала, содержащего один или несколько ретрансляторов. Приведены зависимости вероятности ошибки для систем с различным числом ретрансляторов.

Ключевые слова: гибридная система, атмосферная оптическая линия связи, радиоканал, вероятность ошибки.

MULTI-USER RADIO-OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM WITH RELAYS

Roman P. Krasnov

Voronezh State Technical University, Associate Professor of the Department of Radio Engineering, Candidate of Technical Sciences, Russia, Voronezh, rpkrasnov@gmail.com

Abstract. The results of modeling the operation of a radio-optical communication system using a channel containing one or more relays are presented. The dependences of the bit error rate for systems with different numbers of relays are given.

Keywords: hybrid system, free-space optics, radio channel, bit error rate.

К современным системам передачи данных предъявляются постоянно растущие требования по скорости передачи данных. При этом чрезмерная загруженность радиодиапазона и необходимость дорогостоящего лицензирования в значительной степени препятствуют обеспечению современных стандартов качества беспроводной связи [1]. Атмосферные оптические линии связи (АОЛС) представляют собой прекрасную альтернативу радиочастотным каналам для организации широкополосного доступа. При этом единственным серьезным препятствием на пути к всеобщему коммерческому применению таких систем является сильное влияние погодных условий на качество связи [2]. В последнее время имеется ряд работ, предлагающих в значительной мере снизить это влияние за счет организации дополнительного резервного радиоканала.

Серьезным ограничением для организации протяженных радиооптических линий связи является необходимость поддержания условия передачи в пределах прямой видимости. Такие ограничения могут преодолеваться за счет развертывания каналов с ретрансляторами оптических и радиосигналов.

Рассмотрим гибридную систему передачи, в которой имеется канал прямой видимости, используемый в сочетании с каналом, содержащим один или несколько ретрансляторов, работающих в режиме «усиление и передача».

В каналах данные передаются в виде цифровых потоков с квадратурной фазовой манипуляцией MPSK, влияние атмосферного канала передачи данных на оптические сигналы описывается экспоненциальным распределением Вейбулла [3], на радиосигналы m – распределением Накагами [4], выбора канала (прямой видимости или с ретрансляторами) производится по наибольшему отношению сигнал/шум (MRC) [5, 6].

Средняя битовая ошибка гибридной радиооптической системы P_{BER} определяется как функция средних битовых ошибок оптической и радиочастотной линий как:

$$P_{BER} = \frac{P_{\Sigma}^{AOЛC}(\gamma_T^{AOЛC}) + F_{\Sigma}^{AOЛC}(\gamma_T^{PЧ})P_{\Sigma}^{PЧ}(\gamma_T^{PЧ})}{1 - P_o},$$

где $P_{\Sigma}^{AOЛC}(\gamma_T^{AOЛC})$ и $P_{\Sigma}^{PЧ}(\gamma_T^{PЧ})$ – битовые ошибки каналов АОЛС и РЧ соответственно, P_o – вероятность отказа, определяемая как

$$P_o = F_{\Sigma}^{AOЛC}(\gamma_T^{AOЛC})F_{\Sigma}^{PЧ}(\gamma_T^{PЧ}),$$

При определении ошибки в системе зададимся также числом N ретрансляторов [7].

На рисунке 1 представлены зависимости вероятности битовой ошибки P_{BER} от среднего отношения сигнал/шум линии АОЛС $\gamma^{AOЛC}$ при различных условиях построения системы.

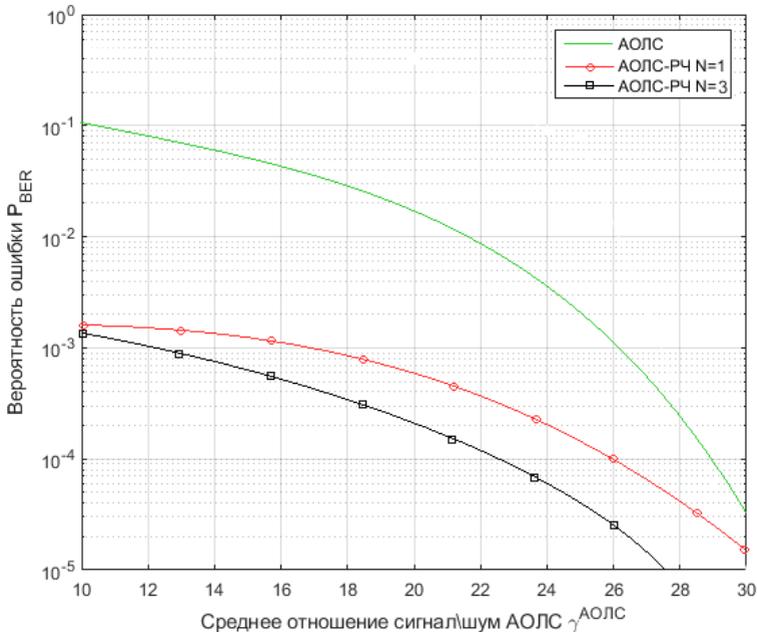


Рисунок 1 – Вероятность битовой ошибки в системе с различным числом N ретрансляторов

Для сравнения на графиках представлены вероятности ошибок системы АОЛС, не содержащей резервного радиоканала, а также гибридной системы, включающей канал с одним и тремя ретрансляторами соответственно.

Из приведенных зависимостей видно, что, во-первых, гибридная система связи обладает лучшей помехоустойчивостью по сравнению с АОЛС, а во-вторых, использование большего числа ретрансляторов положительно сказывается на качестве связи гибридной системы передачи.

Список литературы

1. *H. Willebrand B. Ghuman*, Free Space Optics: Enabling Optical Connectivity in Today's Networks. Indianapolis, IN: Sams Publishing, 2002.
2. *L. Andrews, R. Phillips, C. Hopen*, Laser Beam Scintillation with Applications. New York: SPIE Press, 2001
3. *Yura, T. Rose* Exponentiated Weibull distribution family under aperture averaging Gaussian beam waves: comment, Opt. Express , 2012, 20, No. 18, PP. 20 680–20 683.
4. *M. Usman, H.-C. Yang, M.-S. Alouini* Practical switching-based hybrid FSO/RF transmission and its performance analysis, IEEE Photonics J., 2014, 6, No 5, PP. 1–13.
5. *A. Sendonaris, E. Erkip, B. Aazhang, Q. Inc, C. Campbell* User cooperation diversity—Part I: System description, IEEE Trans. Commun., 2003, 51, No. 11, PP. 1927–1938.
6. *A. Sendonaris, E. Erkip, B. Aazhang, Q. Inc, C. Campbell* User cooperation diversity—Part II: Implementation aspects and performance analysis, IEEE Trans. Commun., 2003, 51, No. 11, PP. 1939–1948.
7. *Gao, Z., Zhang, J., Zhu, P., Ji, Y.* The analysis of multiuser relaying mixed RF/FSO networks over exponentiated Weibull fading channel, China Communications, 2020, July, PP. 224-235.

Материал принят к публикации 12.10.21.