

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ.

БИОМЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.396

ГИБРИДНАЯ РАДИООПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СО СМЕЩЕНИЯМИ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ

Р. П. Краснов

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж

Ключевые слова: атмосферная оптическая линия связи, радиоканал, вероятность отказа, битовая ошибка, ошибка нацеливания

Существующая технология атмосферных оптических линий связи (АОЛС), обеспечивающая широкополосный доступ на «последней миле», характеризуется высокой пропускной способностью, защищенностью каналов и малым временем развертывания [1]. Качество связи по атмосферному оптическому каналу существенно зависит от погодных условий и атмосферной турбулентности, что можно компенсировать резервным радиоканалом [2]. Малые диаметры оптических пучков и апертур оптических приемников приводят к необходимости компенсировать смещения модулей от линии нацеливания при воздействии тепловых отклонения зданий или порывов ветра. Преодолеть ограничение прямой видимости между приемопередатчиками можно за счет ретранслятора.

Модель гибридной радиооптической системы приведена на рисунке 1. Прием и передача данных в ней ведется как по каналу прямой видимости, так и по каналу ретрансляции. Приемник выполняет смешивание сигналов из канала прямой видимости и ретранслятора, что повышает качество связи.

В стандартном режиме обмен данными происходит по оптическому каналу. Переход на резервный канал радиочастоты происходит при снижении отношения сигнал/шум ниже некоторого порога; при ухудшении последнего до критического уровня наступает отказ системы.

Турбулентный атмосферный канал в модели описывался экспоненциальным распределением Вейбулла, для радиоканала использовалась модель с m -распределением Накагами [3, 4].

Влияние смещения приемопередатчиков АОЛС учитывалось введением

ошибки нацеливания, определяемой величиной смещения пучка от центра приемной апертуры s . Для принимаемого оптического пучка применялась гауссовская модель [5].

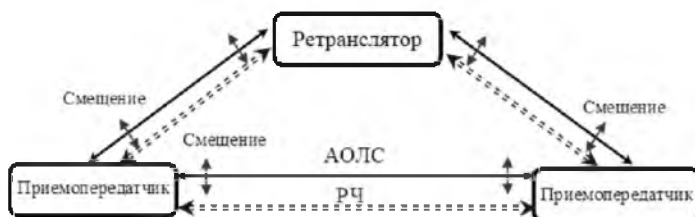


Рисунок 1 – Модель гибридной радиооптической системы

На рисунке 2 представлена зависимость битовых ошибок от отношения сигнал/шум в атмосферном канале связи для различных величин атмосферной турбулентности, без учета ($s = 0$) или с учетом влияния смещения приёмопередатчиков ($s > 0$).

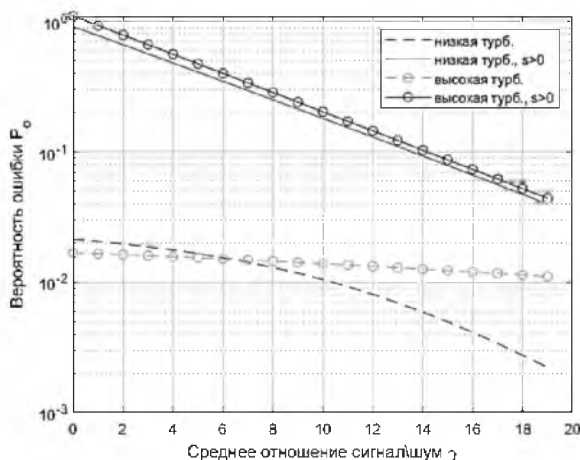


Рисунок 2 – Битовые ошибки радиооптической системы со смещением приёмопередатчиков

Параметры модели были выбраны следующими: диаметры апертур оптических приемопередатчиков 40 мм, протяженность канала связи $z = 400$ м, длина волны излучения 1550 нм, параметр m распределения Накагами равен 3. Значение отклонения s выбиралось, исходя из соотношения $s = 0,03[\text{мрад}] \cdot z$ [6].

Смещение приемопередатчиков ухудшает качество связи ввиду снижения принимаемой мощности. Рост турбулентности в атмосферном канале также

существенно увеличивает величину битовых ошибок.

На рисунке 3 показаны зависимости вероятности отказа системы передачи от отношения сигнал/шум при различной турбулентности в присутствии ($s > 0$) или отсутствии ($s = 0$) смещения апертур приёмопередатчиков.

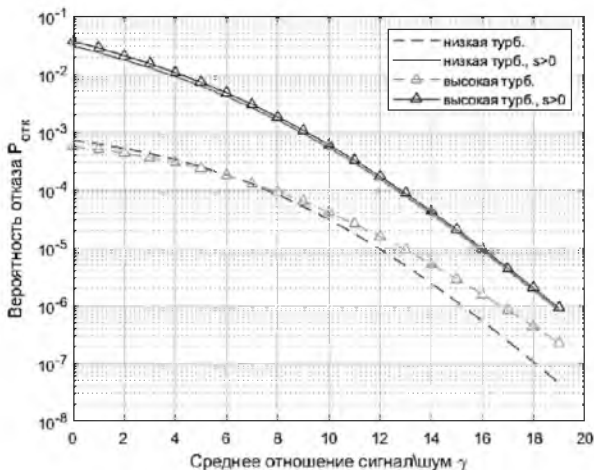


Рисунок 3 – Вероятность отказа системы

Список использованных источников

1. L. Andrews, R. Phillips, C. Hopen, Laser Beam Scintillation With Applications. New York: SPIE Press, 2001, 416 p.
2. S. Sharma, A. S. Madhukumar, S. R., C. J. Sheng, Performance analysis of hybrid FSO/RF transmission for DF relaying system // Proc. IEEE Globecom Workshops, 2017, pp. 1–6.
3. H. Yura, T. Rose Exponentiated Weibull distribution family under aperture averaging Gaussian beam waves: comment // Opt. Express, Vol. 20, No. 18, 2012, pp. 20680–20683.
4. E. Salahat I. Abualhaol General BER Analysis over Nakagami-m Fading Channels // 6th Joint IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC) - <https://ieeexplore.ieee.org/document/6549037>
5. Xiang Yi, Mingwu Yao Free-Space communication over exponentiated Weibull turbulence channels with nonzero boresight pointing errors // Opt. Express, Vol.23, No 3, 2015, pp. 2904-2917
6. Abdelaziz Soulimani et all. Multihop Weibull-fading communications: Performance analysis framework and applications // Journal of the Franklin Institute Vol. 358, No15, 2021, pp. 8012-8044

Краснов Роман Петрович, к.т.н., доцент кафедры радиотехники, rpkrasnov@gmail.com.