МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТРУДЫ
ЧЕТЫРНАДЦАТОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНКУБАТОРОВ

Томск, 17–18 мая 2017 г.

ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2017

Моделирование оптической связи на рассеянном лазерном излучении в атмосферном канале

Е.С. Познахарёв

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук ***М.В. Тарасенков****,*
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Poznahareov_egor@mail.ru, tmv@iao.ru

Производится анализ результатов моделирования импульсного отклика канала атмосферной оптической связи на рассеянном излучении для длин волн 0.3, 0.5 и 0.9 мкм. В результате проведённого анализа установлено, что на коротких базовых расстояниях ($Y_N < 2–3$ км) наибольшая мощность принимаемого излучения при одинаковых прочих условиях достигается при $\lambda = 0.3$ мкм. При больших базовых расстояниях и низкой мутности среды этот максимум наблюдается, когда $\lambda = 0.5$ мкм. При высокой мутности среды и базовых расстояниях 3–10 км он достигается также при $\lambda = 0.5$ мкм, но при $Y_N > 10$ км – при $\lambda = 0.9$ мкм. Для длины волны 0.5 мкм и заданного источника и приемника были оценены предельные базовые расстояния между источником и приемником и предельная частота импульсов, которая не фильтруется каналом связи.

Основная часть

Увеличение объемов передачи информации между различными пунктами на Земле, рост телевизионных сетей, развитие систем спутниковой навигации определяют интерес к оптической связи. Оптическая связь позволяет значительно увеличить скорость передачи информации, увеличить точность навигации. Существуют многочисленные работы, например [1], касающиеся систем атмосферной оптической связи в пределах прямой видимости. Несмотря на сверхвысокоскоростную передачу информации на достаточно короткие расстояния, этот вид связи обладает недостатком, который связан с возможностью прерывания сигнала, вызванной появлением препятствия на пути светового пучка или турбулентностью в среде распространения оптического излучения. Системы бистатической (загоризонтной) связи на рассеянном излучении лишены этих недостатков.

В настоящее время бистатическая связь достаточно активно развивается в двух направлениях. Первое из них – многоадресная передача информации на короткие дистанции [2]. Второе – оптико-электронные системы многоадресной передачи информации на большие дистанции [3]. В пределах второго направления развития бистатических ОЭСС в настоящей работе рассматриваются задачи: 1) оценка атмосферной оптической связи на рассеянном излучении для набора оптических условий в атмосфере; 2) оценка дальности действия, скорости передачи информации для набора длин волн излучения лазера.

Принцип работы бистатической связи через атмосферный канал, согласно рис. 1, состоит в следующем: из источника, расположенного на земной поверхности под углом θ_0, посылается в атмосферный канал связи модулированный лазерный импульс с угловой расходимостью ν_0, длительностью импульса $\Delta t = 30$ нс и мощностью $P_0 = 18182$ Вт в одном импульсе, далее трансформированный средой сигнал обрабатывается приёмной системой с углом поля зрения ν_d, расположенной на базовом расстоянии от источника Y_N и ориентированной в направлении, заданным углом θ_d. Принятый сигнал поступает на устройство демодуляции, где из него извлекается информация.

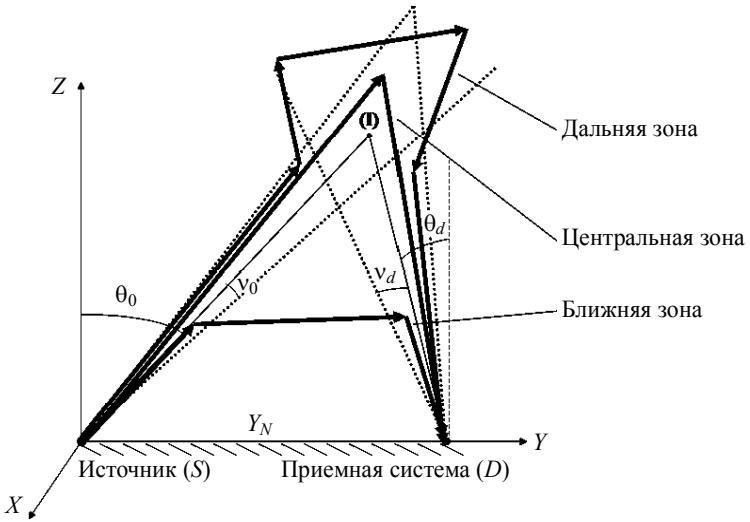

Рис. 1. Геометрическая схема формирования бистатического атмосферного коммуникационного канала

Рассматриваемые задачи решались с помощью метода Монте-Карло, моделированием импульсной реакции для следующих условий: $\lambda = 0.3$, 0.5, 0.9 мкм, метеорологическая дальность видимости $S_M = 10$ и 50 км, $\theta_0 = \theta_d = 85°$, $\nu_0 = 0.0034°$, $\nu_d = 2°$, $Y_N = 0.5$–200 км, число временных интервалов в ближней $N_1 = 5$, центральной $N_2 = 30$ и дальней временной зоне $N_3 = 15$, максимальная длина трассы за вычетом базового расстояния $l_{max} = 2$ км. Оптические параметры безоблачной аэрозольно-молекулярной атмосферы задавались генератором оптических моделей на основе LOWTRAN-7. Результаты расчётов для длины волны $\lambda = 0.3$ мкм показывают, что максимальная мощность принимаемого информационного сигнала достигается при базовых расстояниях между источником и приемной системой в 2–3 км и менее. Для $\lambda = 0.5$ мкм максимальная мощность принимаемого информационного сигнала достигается при низкой мутности атмосферы и больших базовых расстояниях, а также при высокой мутности атмосферы и базовых расстояниях равных 3–10 км. Для $\lambda = 0.9$ мкм максимум мощности информационного сигнала регистрируемого приёмной системой достигается при базовых расстояниях более 10 км. В рассмотренной частной модели бистатической оптико-электронной связи возможна передача информации на базовые расстояния вплоть до 40 км при $\lambda = 0.5$ мкм $S_M = 10$ км с частотой ν_{max} от $8.3 \cdot 10^5$ до $3.3 \cdot 10^7$ Гц и на дистанцию до 200 км при $\lambda = 0.5$ мкм $S_M = 50$ км с частотой ν_{max} в диапазоне от $5 \cdot 10^5$ до $3.3 \cdot 10^7$ Гц в зависимости от базового расстояния, что не противоречит результатам полевых экспериментов, выполненных с реальной аппаратурой бистатической связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воронцов М.А., Дудоров В.В., Зырянова М.О.* и др. Частота появления ошибочных битов в системах беспроводной оптической связи с частично когерентным передающим пучком // Оптика атмосферы и океана. – 2012. – Т. 25. – № 11. – С. 936–940.
2. *Elshimy M.A. and Hranilovic S.* Non-line-of-sight single-scatter propagation model for noncoplanar geometries // JOSA A. – 2011. – V. 28. – No. 3. – P. 420–428.
3. *Belov V.V., Tarasenkov M.V., and Abramochkin V.N.* Bistatic Atmospheric Optoelectronic Communication Systems (Field Experiments) // Tech. Phys. Lett. – 2014. – V. 40. – No. 10. – P. 871–874.