

## Модуляция сигнала в сетях Li-Fi

- Тихомиров А.В. (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики),  
Иогансон И.Д. (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики),  
Дикий Д.И. (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)  
Научный руководитель – д.т.н. Гришенцев А.Ю. (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

В данной работе рассмотрены некоторые проблемы, связанные с выбором вида модуляции для Li-Fi сетей. Было предложено передавать положительные и отрицательные составляющие модулированного сигнала оптическими волнами с разной поляризацией.

На сегодняшний день технология Li-Fi (Light Fidelity) может составить альтернативу традиционной беспроводной технологии Wi-Fi (Wireless Fidelity). Технологии беспроводной связи входят в список приоритетных технологий в рамках Национальной технологической инициативы (НТИ). От метода модуляции сигнала в сетях Li-Fi зависит количество символов, передаваемых в единицу времени, а также скорость возникновения битовой ошибки (BER, Bit Error Rate), которая является показателем надежности канала связи.

Целью работы является выбор вида модуляции, применимого в беспроводных оптических каналах передачи данных.

Ряд статей посвящен вопросам модуляции сигнала в беспроводном оптическом канале. В одной из работ авторы приводят выражения для оценки BER для фазово-импульсной модуляции (M-PPM, Pulse Position Modulation) и амплитудно-импульсной модуляции (M-PAM, Pulse Amplitude Modulation). Для передачи информации на высоких скоростях предложено использовать квадратурную амплитудную модуляцию с оптическим ортогональным частотным разделением каналов со многими несущими (M-QAM O-OFDM, Quadrature Amplitude Modulation Optical Orthogonal Frequency Division Multiplexing). В другой статье авторы исследовали зависимость BER от типа используемой модуляции. Для этого была собрана экспериментальная установка. В качестве передающего устройства использовалась матрица из 9 светодиодов. Сигнал принимался фотодиодным приемником. В работе рассматривались 16-QAM и 64-QAM модуляции с различным числом бит на символ. Для 64-QAM модуляции удалось добиться значения BER на уровне  $10^{-6}$ .

QAM модуляция нашла широкое применение в современной технике. Главное достоинство данного вида модуляции заключается в высокой спектральной эффективности передаваемого сигнала. Есть некоторые особенности, связанные с передачей QAM модулированного сигнала в оптическом канале. В частности, требуется передавать отрицательные значения сигнала, а интенсивность светового сигнала не может быть относительной. Ограничение можно обойти, передавая положительную и отрицательную составляющие сигнала с разной поляризацией. Данный подход делает невозможным распознавание сигнала по рассеянному излучению, поскольку для этого необходимо знать не только интенсивность, но и поляризацию. Это повышает защищенность канала передачи данных. Необходимо, также, иметь возможность различать несколько уровней сигнала. Это накладывает ограничения на дальность и скорость передачи данных, поскольку с увеличением расстояния уменьшается отношение мощности сигнала к мощности шума (SNR, Signal-to-Noise Ratio).

В дальнейшем планируется разработать математическую модель, учитывающую рассеяние излучения в различных средах и шумовое влияние сторонних источников излучения.

В данной работе были рассмотрены некоторые виды модуляции, применимые в беспроводных оптических каналах передачи данных. Было предложено использовать квадратурную амплитудную модуляцию с поляризационным разделением сигнала для передачи в системах Li-Fi.

Тихомиров А.В. (автор)

Грищенко А.Ю. (научный руководитель)