

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Махмуда Хуссейна Ахмеда Махмуда
тему «Лазерная спутниковая система передачи радиосигналов на
поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией в условиях
атмосферной турбулентности» на соискание ученой степени кандидата
технических наук по научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том
числе системы и устройства телевидения», технические науки**

Актуальность темы. Как известно, лазерная связь обеспечивает значительное увеличение пропускной способности при минимальных массогабаритных параметрах бортовой аппаратуры. Диссертант справедливо отмечает, что передача радиосигналов по оптическому каналу в свободном пространстве рассматривается как перспективное направление развития беспроводных сетей, основанное на преобразовании радиосигнала в оптическое излучение. При этом важную роль в определении качества лазерной связи играет воздействие окружающей среды. Из-за турбулентности атмосферы лазерный луч может подвергаться значительным колебаниям оптической мощности. В этой связи можно сказать, что Махмуд Хуссейн Ахмед Махмуд в диссертационном исследовании решает актуальную научную задачу, связанную с разработкой и исследованием лазерной системы спутниковой связи в условиях атмосферной турбулентности, с целью обеспечения повышенной пропускной способности за счёт формирования однополосного оптического излучения с модуляцией радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией.

Научная новизна работы включает:

- алгоритмы генерации и приема когерентного оптического излучения с одной боковой полосой с модуляцией радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией.
- аналитические выражения для описания процесса формирования и спектрального анализа радиосигналов и оптического излучения.
- методику количественной оценки принимаемой мощности когерентного оптического излучения и вероятности ошибок бит после прохождения гауссовым лазерным лучом трассы Земля-спутник.

Практическая значимость работы. Из автореферата следует, что разработанные структуры передающих и приемных станций, осуществляющих передачу и прием однополосного оптического излучения с модуляцией радиосигнала на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией, способствуют увеличению скорости передачи данных по сравнению с системой, формирующей оптическое излучение с двумя боковыми полосами для передачи радиосигнала на поднесущей частоте с амплитудной манипуляцией. Диссертантом получены асимптотические выражения для оценки энергетического уровня спектральных компонент, соответствующих радиосигналам на поднесущей и нулевой частотах при формировании

оптического излучения с одной боковой полосой. Предложена модель для оценки интенсивности оптического излучения после прохождения трассы Земля-спутник с учетом воздействия эффектов турбулентной атмосферы и ошибок нацеливания антенн. Модель позволяет количественно оценить снижение вероятности ошибок бит и интенсивности принимаемого спутником оптического излучения при различных высотах орбит, диаметрах и эффективности оптических телескопов.

Публикации отражают основное содержание диссертации. По результатам диссертационных исследований опубликовано 13 научных работ, среди которых 7 статей, входящих в перечень реферируемых изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, или входящих в базу данных «SCOPUS».

Замечание по работе. Было бы желательно, чтобы зависимости, отображенные на рисунках 3 и 4, были представлены и в аналитической форме — например, в виде аппроксимирующего полинома. Скорее всего для обеспечения высокой точности здесь достаточно полинома 2-го порядка. Такие аппроксимации могут оказаться полезными при практическом использовании результатов работы. В определенной степени это замечание относится и к результатам, представленным на рисунках 7 – 9, но там, конечно, всё несколько сложнее.

Заключение. Диссертационная работа «Лазерная спутниковая система передачи радиосигналов на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией в условиях атмосферной турбулентности» является научным исследованием, отвечающим требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Махмуд Хуссейн Ахмед Махмуд заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», технические науки.

Профессор кафедры Управления и интеллектуальны технологий
Национального исследовательского университета «МЭИ», доктор
технических наук, профессор

Филаретов

Филаретов Геннадий Федорович
28 декабря 2023 года



удостоверено

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
Л.И. ПОЛЕВАЯ

Л.И. Полевая

Служебный адрес: 111250 Россия, Москва, Красноказарменная ул., д. 14,
стр. 1. Тел. 8-495-362-74-07. E-mail: universe@mpei.ac.ru