

Отзыв на автореферат диссертации Махмуда Хуссейна Ахмеда Махмуда
«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.

Основным преимуществом использования лазерной связи является увеличенная полоса пропускания, позволяющая передавать больше данных за меньшее время. Компании и правительственные организации используют лазерную связь в космосе для спутниковых группировок на низких околоземных орбитах для обеспечения глобального высокоскоростного доступа в Интернет. В открытом космосе дальность оптической связи в свободном пространстве в настоящее время составляет порядка сотен тысяч километров. Аналогичные концепции используются для сетей самолетов и стратосферных платформ.

Таким образом, Махмуд Хуссейн Ахмед Махмуд в диссертационном исследовании решает актуальную научную задачу, связанную с разработкой и исследованием лазерной системы спутниковой связи в условиях атмосферной турбулентности, обеспечивающей повышение пропускной способности за счёт формирования однополосного оптического излучения с модуляцией радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Обоснованность первого положения, выносимого диссертантом на защиту, подтверждается обоснованием применения когерентного приёма оптических сигналов с одной боковой полосой частот для снижения влияния хроматической дисперсии оптического излучения в среде распространения и для эффективной демодуляции сигналов, закодированных в форматах модуляции высокого порядка.

Обоснованность второго положения подтверждается предложенными алгоритмами и структурами когерентного оптического передатчика, отличающиеся от известных решений введением преобразования Гильберта в области радиочастот, обеспечивающих генерацию оптического излучения с одной боковой полосой, модулированного радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией. Достоверность результатов подтверждается строгостью применяемого математического аппарата.

Обоснованность третьего положения подтверждается использованием хорошо апробированных моделей атмосферной турбулентности для принимаемого оптического излучения, что позволяет количественно оценить влияние на интенсивность принимаемого оптического излучения после прохождения трассы Земля-спутник высоты орбит спутников, диаметров и коэффициентов передачи оптических телескопов, а также эффектов турбулентной атмосферы и ошибок нацеливания антенн. Достоверность результатов подтверждается результатами

компьютерного моделирования на OPTISYSTEM версии 20 в среде MATLAB при оценке эффективности предложенных алгоритмов.

Обоснованность четвёртого положения подтверждается использованием предложенной модели оптического приёмника для оценки влияния на частоту ошибок бит системы атмосферной турбулентности на трассе Земля-спутник, высоты орбит спутников, диаметров и коэффициентов передачи оптических телескопов, а также ошибок наведения антенны. Достоверность результатов подтверждается строгостью применяемого математического аппарата, результатами компьютерного моделирования на OPTISYSTEM версии 20 в среде MATLAB при оценке эффективности алгоритма.

Научная новизна результатов диссертации. Предложен алгоритм генерации когерентного оптического излучения с одной боковой полосой с модуляцией радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией. Получены аналитические выражения для описания процесса формирования и спектрального анализа радиосигналов и оптического излучения. Предложен алгоритм обработки принимаемого сигнала в системе оптической связи в свободном пространстве. Разработана методика количественной оценки принимаемой мощности когерентного оптического излучения и вероятности ошибок бит после прохождения гауссовым лазерным лучом трассы Земля-спутник.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработанные структуры передающей и приемной аппаратуры увеличивают скорость передачи данных по сравнению с системой, формирующей оптическое излучение с двумя боковыми полосами для передачи радиосигнала на поднесущей частоте с использованием амплитудной манипуляции. Получены асимптотические выражения для оценки энергетического уровня спектральных составляющих, соответствующих радиосигналам на поднесущей и нулевой частотах при формировании оптического излучения с одной боковой полосой. Предложенная энергетическая модель оптического излучения для восходящей трассы Земля-спутник с учетом турбулентности атмосферы и ошибок нацеливания антенн позволяет количественно оценить снижение вероятности ошибок бит и интенсивности принимаемого оптического излучения при разных высотах орбит, диаметрах и эффективности оптических телескопов.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации. По результатам диссертационных исследований опубликовано 13 научных работ. Из них в перечне рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации материалов диссертаций на соискание учёных степеней кандидата технических наук, опубликовано 3 статьи. В изданиях, реферируемых в базе данных «SCOPUS», опубликовано 4 статьи. Остальные 6 работ опубликованы в учитываемых в РИНЦ изданиях. Публикации соответствуют научной специальности, по которой выполнена диссертация.

Основные результаты работы апробированы в ходе докладов и обсуждений на научно-технических конференциях.

К содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1. Вероятность ошибок бит дана как функция протяжённости канала. Однако диссертант не определил, что вкладывается в понятие протяжённости канала. Это высота орбиты при вертикальном распространении излучения или это протяженность наклонной линии связи?

2. Графики на рисунках 7 - 9 позволяют разработчикам определить вероятность ошибки бит. Но с ростом протяжённости канала естественно будет падать пропускная способность. Изменения скорости передачи данных не освещены в 4-й главе, как следует из автореферата.

Заключение.

Отмеченные недостатки в целом не влияют на общую положительную оценку главных научных и практических результатов диссертационного исследования. Диссертационная работа «Лазерная спутниковая система передачи радиосигналов на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией в условиях атмосферной турбулентности» является научным исследованием, отвечающим требованиям научной новизны и практической значимости. Считаю, что диссертация отвечает установленным требованиям Положения «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а 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»

Доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
ФГБОУ ВО «Московский технический университет
связи и информатики», г. Москва,
заведующий кафедрой «Информационная
безопасность»

Олег Иванович Шелухин

25 декабря 2023 г.

Подпись, ученую степень, ученое звание и должность Олега Ивановича Шелухина ЗАВЕРЯЮ:

Ученый секретарь Ученого совета Московского технического университета связи и информатики



Татьяна Васильевна Зотова

Служебный адрес: 111024, Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная. д.8А.
МТУСИ. Тел.(495) 957-77-31. E-mail: kanc@mtuci.ru