

ОТЗЫВ

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

Передача данных по линии земля-космос в оптическом диапазоне проводит довольно успешно. Лазеры дают возможность спутникам организовывать глобальную связь как с наземными станциями, так и с другими спутниками. Скорость света в вакууме выше, чем в оптическом волокне, поэтому спутниковая связь обладает потрясающим потенциалом для соединений с низкой задержкой. Лазерная связь позволяет обслуживать пользователей, находящихся в местах, где нет прямой связи с наземной станцией. Лазерная связь становится наиболее быстрых вариантов передачи данных.

В то же время связь по линиям земля-спутник и спутник-земля актуальна проблема искажения лазерного луча в турбулентной атмосфере. Из-за турбулентности лазерный луч может подвергаться значительным флуктуациям оптической мощности.

Таким образом, Махмуд Хуссейн Ахмед Махмуд в диссертационном исследовании решает актуальную научную задачу, связанную с исследованием лазерной системы спутниковой связи в условиях атмосферной турбулентности для повышения скорости передачи данных за счёт формирования однополосного оптического излучения с модуляцией радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией.

Научная новизна результатов диссертационных исследований включает:

- алгоритм формирования однополосного оптического излучения с модуляцией радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией в когерентной оптической системе коммуникации;
- аналитические выражения для описания процесса формирования и спектрального анализа радиосигналов и оптического излучения на выходах функциональных устройств передающей станции;
- алгоритм обработки принимаемого сигнала в системе оптической связи в свободном пространстве, реализующий когерентный гомодинный приём;
- количественные соотношения для оценки влияния турбулентной атмосферы и ошибок нацеливания антенн на вероятности ошибок бит и интенсивность принимаемого оптического излучения эффектов.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложена структура лазерной спутниковой системы с передачей однополосного оптического излучения с модуляцией радиосигналом на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией, которая повышает скорость передачи данных. Получены выражения для выполнения инженерных расчетов, которые позволяют оценивать энергетический уровень спектральных составляющих при формировании оптического излучения с одной боковой полосой. Соотношения для интенсивности оптического излучения после прохождения трассы Земля-спутник с учётом воздействия эффектов турбулентной атмосферы и ошибок нацеливания антенн позволяет количественно оценить снижение вероятности ошибок бит и интенсивности принимаемого спутником оптического излучения при различных высотах орбит, диаметрах и эффективности оптических телескопов.

Публикации. 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. В реферируемых изданиях, учитываемых в РИНЦ, опубликовано 6 работ.

Замечания. При построении графиков на рисунках 3 и 4 принято, что мощность передатчика 1.99 дБм, диаметры антенн передатчика 10 см и приёмника 10...14 см, эффективности оптических антенн 0,8, ошибки угла наведения 1...2 мкрад. Однако из текста не ясно, из каких соображений выбраны значения этих устройств?

В автореферате приведена формула (5) для напряжённости излучения на выходе передающей станции. В этой формуле выделены спектральные составляющие с поднесущей частотой, определенные формулой (7). Следовательно, формулы позволяют оценить потери энергии в процессе формирования однополосного оптического излучения, модулированного радиосигналом на поднесущей частоте. Из текста не ясно, проводились ли оценки энергетических потерь?

Заключение. Указанные выше замечания не снижают ценность диссертационной работы Махмуда Хуссейна Ахмеда Махмуда. В целом работа производит положительное впечатление. Она является завершённым и целостным научным исследованием, посвящённым актуальной научной проблеме. Считаю, что диссертация «Лазерная спутниковая система передачи радиосигналов на поднесущей частоте с квадратурной фазовой манипуляцией в условиях атмосферной турбулентности» удовлетворяет требованиям, установленным Положением «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном

автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», 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.

Заместитель директора по научно-исследовательской работе института информатики, электроники и робототехники, доцент кафедры электроники и цифровых информационных технологий, доцент, к.ф.-м.н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова»

Подпись, ученую степень, ученое звание и должность Шомахова Замира Валериевича ЗАВЕРЯЮ:

Шомахов Замир Валериевич, кандидат физико-математических наук по специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах», ученое звание – доцент по научной специальности 1.3.5 «Физическая электроника», заместитель директора по научно-исследовательской работе института информатики, электроники и робототехники, доцент кафедры электроники и цифровых информационных технологий.

360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173. Тел. +79280764305; e-mail: shozamir@yandex.ru

Подпись Шомахова 3-В
Зам. начальника управления
кадрового и правового
обеспечения КБГУ
М.В. Арипшева
«22» 12 2023 г.

Шомахов Шомахов Замир Валериевич

ВЕРНО
Зам. начальника управления
кадрового и правового
обеспечения КБГУ
М.В. Арипшева
«22» 12 2023 г.

