

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ЯрГУ им. П.Г. Демидова

С.А. Кащенко

06 апреля 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУВО «Ярославский государственный университет имени П.Г. Демидова» на диссертационную работу Насир Самах Аббас Хассана на тему «Разработка и исследование модели каналов линий связи космический аппарат-Земля при пыльных бурях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Диссертация Насир Самах Аббас Хассана посвящена разработке и исследованию затухания радиосигналов спутниковой связи в пыльных бурях, часто возникающих в странах с жарким континентальным климатом.

Международный союз электросвязи в рекомендациях по расчету радиолиний спутниковой связи «космический аппарат – земная станция» (КА-ЗС) не затрагивает проблемы, связанные с пылевыми явлениями в атмосфере, отмечая пока слабую изученность этих вопросов. Однако в регионах с жарким климатом при возникновении пыльных бурь часто наблюдаются перебой в приеме информации с космических аппаратов (КА). И если на линии связи вверх с земной станции (ЗС) на КА дополнительное затухание можно компенсировать мощностью передатчика ЗС, то на линии связи вниз такой возможности нет. Исследование затухания радиосигналов спутниковой связи в пыльных бурях позволит определить необходимый запас на затухание сигналов из-за пыльных бурь и разработать практические рекомендации по компенсации дополнительного ослабления радиосигналов в пыльных образованиях в атмосфере. Поэтому диссертационная работа Насир Самах Аббас Хассана на тему «Разработка и исследование модели каналов линий связи своевременна и актуальна.

Представленная на отзыв диссертация изложена в 4 главах, содержит 168 страниц, из них 154 основного текста, включая 61 рисунок, 11 таблиц, список литературы из 110 наименования и 4 приложений.

В первой главе диссертации произведен обзор и анализ радиоканалов линий связи между космическими аппаратами и земными станциями для низкоорбитальных, геостационарных и высокоэллиптических спутников.

Показано, что методика расчета энергopotенциала линий связи (ЛС) между КА и ЗС нуждается в коррекции из-за необходимости учета таких природных явлений, как пыльные и песчаные бури и наблюдаемые при них на практике более глубокие по сравнению с релейскими замирания сигналов.

Вторая глава диссертации посвящена рассмотрению особенностей прохождения радиосигналов через линию связи КА-ЗС. В этой главе диссертации исследованы особенности прохождения радиосигналов через радиационные пояса Земли, ионосферу и через атмосферу. Показано, что затухание сигналов на линиях связи КА-ЗС имеет детерминированную и стохастическую составляющие. Детерминированная составляющая ослабления сигналов определяется протяженностью линии связи и используемыми частотами, а переменная составляющая в основном зависит от состояния атмосферы и наличия в ней гидрометеоров и пыльных образований.

Для учета влияния пыльных бурь на передаточную функцию радиоканалов КА-ЗС автором собраны сведения о большом количестве пыльных бурь, случившихся в 2016-2020 годы в разных регионах Ирака (приведены в приложении 1) и о параметрах этих бурь. Определен критерий для оценки свойств пыльных образований в атмосфере, в качестве которого выбрано расстояние оптической видимости через атмосферу. На основании собранного материал выполнен анализ характеристик пыльных бурь и предложена их классификация на взвешенную пыль, поднимающуюся пыль, пыльную бурю и песчаную бурю.

Третья глава посвящена разработке математической модели передаточной функции каналов линии связи КА-ЗС. При этом учтены потери сигнала при распространении в свободном пространстве, затухание сигналов в атмосферных газах с учетом угла места приемных антенн, потери из-за многолучевости, наличия гидрометеоров и ослабление сигналов в пыльных бурях. Отмечено, что многолучевость сигналов, возникающая из-за слоистости и турбулентности атмосферы, приводит к случайным интерференционным замираниям принимаемых радиосигналов. Предложено при расчетах линий радиосвязи КА-ЗС описывать модель замираний четырехпараметрическим законом распределение вероятностей, позволяющим более точно выбирать

запас энергopotенциала на противодействие замираниям по сравнению с применяемым для описания замираний законом Релея.

В четвертой главе рассмотрено влияние характеристик пыльных образований в атмосфере на ослабление радиосигналов на линиях связи КА-ЗС для разных частотных диапазонов. Получено эмпирическое уравнение для оценки величины затухания сигнала в атмосфере Ирака, основанное на экспериментальном материале по измерению видимости на разных высотах в пыльной буре и от концентрации частиц пыли на разных высотах. На базе этого уравнения предложен алгоритм для расчета затухания радиосигналов в пыльных бурях. Выполнены расчеты по пыльным бурям, проходившим в разных городах Ирака и для разных используемых частот определена величина ослабления радиосигналов КА из-за пыльных бурь.

Диссертация обладает внутренним единством, методически правильно построена структурно. Работа написана научным языком и оформлена в соответствии с требованиями. Автореферат достаточно подробно освещает суть работы.

Новыми научными результатами, полученными в диссертации, являются:

1. Предложенная классификация пыльных бурь, основанная на экспериментальных данных по наблюдению этих явлений в Ираке за 2016 - 2020 годы, позволяющая дифференцировано учитывать влияние разных пылевых образований в атмосфере на радиосвязь.

2. Предложенный критерий оптической видимости для учета влияния пыльных образований на качество передачи радиосигналов по линиям связи.

3. Полученные на основании экспериментальных данных аналитические выражения и математическая модель передаточной функции линий спутниковой связи КА-ЗС.

4. Разработанная методика и алгоритм расчета влияния пыльных бурь на ослабление передаточных функций радиоканалов КА-ЗС.

Практическая значимость результатов, полученных в диссертации, заключается в том, что:

1. Определено, что ослабление радиосигналов из-за пыльных бурь при видимости менее 5 м превышает 6 дБ, что позволяет определять необходимый запас энергopotенциала для линий связи КА-ЗС.

2. Предложены рекомендации для компенсации затухания сигналов в пыльных бурях за счет подключения резервных приемных комплексов ЗС и использования алгоритмов сложения разнесенных сигналов.

Степень обоснованности и достоверности научных положений диссертации Насир Самах Аббас Хассана подтверждается апробацией результатов исследований на 6 международных научных конференциях, публикацией основных результатов в 4 статьях в ведущих журналах, входящих в перечень ВАК и государственной регистрацией программы на ЭВМ по расчету затухания сигналов в пыльных бурях. Достоверность также подтверждается реальным внедрением результатов исследования в Ираке и внедрением в учебный процесс по курсу «Радиотехнические системы передачи информации». Выводы в работе логично вытекают из текста диссертации и достаточно подробно обоснованы.

Замечания по диссертационной работе:

1. Математическая модель для расчета затухания сигналов в пыльных бурях, используемая в алгоритме на стр. 125, в тексте диссертации описана по частям, что затрудняет оценить строгость ее вывода.

2. Точность, рассчитываемого по предложенной модели ослабления сигналов, не подтверждена аппаратными измерениями на реальных линиях связи.


3. В предложенных рекомендациях по компенсации влияния пыльных бурь (стр. 141) не оговорены методы коммутации резервных приемников и алгоритмы сложения их сигналов.

Выводы. Тема исследования является актуальной и соответствует паспорту специальности 05.12.13 (2.2.15) – Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Результатом исследований являются новые научные знания, полезные с практической точки зрения, которые достаточно подробно изложены автором в диссертационной работе. Указанные замечания не снижают научную и практическую значимость выполненной диссертационной работы, которая имеет логичную компоновку и внутреннее единство. Представленная диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития спутниковой связи, а автор диссертационного исследования Насир Самах Аббас Хассан заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Заключение по диссертационной работе одобрено на заседании кафедры интеллектуальных информационных радиофизических систем 05 апреля 2022 г.

Заключение подготовил

К.ф.-м.-н., доцент

 / Гвоздарев А.С. /
6.04.2022 г.



4
Я подтверждаю:
Заведующий кафедрой
инженерно-технических факультета
Мордовского государственного
университета инженерно-технических
наук
Л.Н. Куфрина