

## ОТЗЫВ

ГУАП ОД	Документ зарегистрирован
	« 11 » 02 2016 г.
	Вх. № 81-21/26

официального оппонента д. т. н., профессора Ходаковского Валентина Аветиковича, на диссертационную работу Жеглова Кирилла Дмитриевича, выполненную на тему «Повышение своевременности и достоверности передачи сообщений в сетях радиосвязи декаметрового диапазона», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Требования к средствам связи по помехоустойчивости, скорости передачи информации, надежности и устойчивости связи постоянно повышаются. Некоторые современные средства связи позволяют получать очень высокие характеристики по надежности и скорости передачи информации. Перед соискателем была поставлена сложная задача по поиску способов повышения своевременности и достоверности в сетях радиосвязи декаметрового диапазона радиоволн. С одной стороны в данном диапазоне обеспечивается устойчивая радиосвязь на значительные расстояния за счет переотражения сигнала в ионосфере, но с другой стороны неоднородность ионосферных слоев приводит к многолучевому распространению, существенным замираниям, кроме того, имеет место высокий уровень канальных шумов, высокая загруженность и ограниченная пропускная способность. Указанные факторы оказывают существенное негативное влияние на характеристики канала.

В указанной связи актуальность темы представленной на отзыв диссертационной работы не вызывает сомнений, поскольку исследование направленно на решение задачи повышения достоверности и своевременности доставки сообщений путем разработки новых научно-технических решений.

## **Новизна исследования и полученных результатов диссертации**

В диссертации Жегловым К. Д. представлены следующие результаты, обладающие научной новизной:

- показана возможность формирования сигналов ОМ методом квадратурного синтеза, отличающаяся от ранее известных управляемым уровнем несущего колебания;

- модифицирован метод проактивного контроля пригодности рабочих частот в режиме программной перестройки рабочей частоты, отличающийся возможностью отбраковки каналов, несоответствующих заданным требованиям на длительности передачи последующего за выявленным информационным блоком данных, принятого с ошибкой;

- предложен способ повышения помехоустойчивости системы передачи с помощью частотно-временной матрицы, отличающейся от ранее известных тем, что эффект повышения помехоустойчивости достигается за счёт использования избыточно располагаемого частотного ресурса;

- получено аналитическое выражение для оценки помехоустойчивости приема многопозиционных сигнальных конструкций, сформированных на основе 2-х частотных и 3-х временных интервалов разнесения.

Практическая значимость научных результатов заключается в том, что впервые:

- получены значения коэффициентов повышения энергии, составляющее до 2.8 раз, приходящейся на информационные составляющие в зависимости от изменения величины параметра управления уровнем несущего колебания сигнала ОМ, позволяющие повысить достоверность не менее чем на 16% и до 64%;

- модифицирован за счет алгоритма автоматического обратного включения временно непригодного канала метод проактивного контроля рабочих частот при передаче сообщений в режиме программной перестройки рабочей частоты, не требующий тестирования и исключающий перерывы в

ходе сеанса связи, а также повышающий своевременность не менее чем на 3%, и до 46% в условиях медленных замираний;

– разработан способ кодирования, формирования и приема помехозащищенной 16-позиционной сигнальной конструкции, состоящей из трех сигналов ОМ, последовательно разнесенных по временным интервалам, верхние и нижние боковые полосы которых определяют задействованный частотный интервал, позволяющий повысить своевременность передачи на 7%.

#### **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов.**

Обоснованность и достоверность полученных результатов базируется на выводах, полученных другими исследователями, на использовании методов математического моделирования процессов, протекающих в системах связи, а также на научно-технических результатах, полученных лично автором в ходе подготовки трех патентов по теме диссертации, свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также публикаций в ведущих российских изданиях, рекомендуемых ВАК, апробацией новых научных результатов на различных научно-технических конференциях.

#### **Рекомендации по использованию результатов диссертации**

Результаты диссертационного исследования представляют практический интерес для коротковолновых систем передачи данных на большие расстояния без промежуточных ретрансляционных станций, что особенно актуально для авиации, флота, МЧС России, а также для создания информационной инфраструктуры в отдалённых районах России, в том числе Крайнего Севера.

#### **Публикации по теме диссертационного исследования**

Основные результаты по теме диссертационного исследования изложены в 16 публикациях, из них: 7 работ опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования

Российской Федерации (две из них без соавторов), 1 работа – в журнале, включенном в Scopus, 1 работа – в журнале, включенном в РИНЦ, 3 работы — в сборниках конференций.

По теме исследования получено 3 патента на изобретения и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

### **Краткая характеристика основного содержания диссертации**

Диссертационная работа Жеглова К. Д. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения.

#### **Во введении**

Научная задача сформулирована как «Повышение достоверности приема и своевременности передачи сообщений в сетях радиосвязи ДМД» и она отражает предмет и цель исследования.

В первой главе автор приводит основные требования, предъявляемые к линиям морской и авиационной связи, а также радиосвязи МЧС России, функционирующим в диапазоне промежуточных и коротких волн. Дается обзор технических возможностей современных средств и комплексов радиосвязи ДМД. Выполнен анализ известных технологий синтеза сигналов однополосной модуляции. Оценивается сигнально-помеховая обстановка в ДМД и производится выбор моделей описания каналов, сигналов, шумов и помех.

В интересах достижения цели научного исследования были поставлены следующие частные задачи:

1. Разработать способ повышения помехоустойчивости в сетях ДМД на основе уже используемых классов излучений.
2. Модифицировать метод повышения информационной скорости передачи сообщений в режимах с программной перестройкой рабочей частоты радиосвязи ДМД

3. Предложить способ повышения скорости системы передачи на основе уже используемых в ДМД классов излучений в условиях наличия избыточного частотного ресурса.

Во второй главе представлены научные результаты по разработке и исследованию математической модели сигналов ОМ с управляемым уровнем несущего колебания в интересах повышения достоверности приема в сетях радиосвязи, отличающихся повышенным энергетическим потенциалом их информационных составляющих. В рамках проведенного исследования осуществлен анализ особенностей синтеза сигналов амплитудной и однополосной модуляции, в том числе с сохраненной несущей. Разработан способ формирования сигналов ОМ с управляемым уровнем несущего колебания и проведена оценка их энергетического потенциала.

В третьей главе представлены научные результаты по разработке метода управления частотным ресурсом радиолиний, обеспечивающего повышение своевременности передачи сообщений в режиме с программной перестройкой рабочей частоты в сетях радиосвязи ДМД, за счет проактивного контроля пригодности текущего канала на рабочей частоте. В рамках проведенного исследования проанализирован ресурс времени, необходимый для реализации режима с программной перестройкой рабочей частоты. Проведен анализ ресурса времени при реализации традиционного режима с программной перестройкой рабочей частоты. Разработан метод проактивного контроля в режиме с программной перестройкой рабочей частоты, в котором непосредственно в процессе передачи предусмотрен механизм исключения непригодных частотных каналов, а также механизм повторного включения ранее отключенных каналов.

В четвертой главе проработан способ передачи шестнадцати позиционных сигнальных конструкций на основе однополосной модуляции, обеспечивающий повышение помехоустойчивости их приема за счет частотно-временного кодирования. С этой целью разработаны и обоснованы процедуры передачи сигналов с частотно-временным кодированием на

основе ОМ, в рамках которого рассмотрены особенности реализации методов разнесения на ЛРС ДМД, обоснована структура помехоустойчивых сигнальных конструкций на основе частотно-временных матриц и оценена их помехоустойчивость. В заключении сформулированы основные выводы и определены направления дальнейшего исследования.

Текст диссертации хорошо структурирован, изложение ясное, графический материал хорошо дополняет содержание работы.

Автореферат в целом отражает содержание диссертации и основные научные и практические результаты.

### **Замечания и вопросы по работе**

Наряду с указанными достоинствами к диссертационной работе имеются следующие *вопросы и замечания*:

1. В главе 2 описывается и исследуется метод квадратурного синтеза однополосного сигнала во временной области, вместе с тем, применение в современных средствах связи цифровых методов обработки, сигнальных процессоров и ПЛИС позволяют выполнять квадратурный синтез в спектральной области. В указанной связи следовало бы обосновать причины выбора метода обработки во временной области.

2. Следует отметить, что выводы по главе 2 выглядели бы значительно более обоснованными, при использовании автором в математическом моделировании канала статистических методов и выполнении серии вычислительных экспериментов для оценки характеристик канала по достоверности и своевременности.

3. В главе 3 рассматривается вопрос повышения своевременности передачи сообщений в режиме с программной перестройкой рабочей частоты, когда совершается 50 скачков в секунду, то есть через каждые 20 мс. Если здесь речь идет о канале ТЧ с полосой 3100 Гц, то на интервале 20 мс. Имеется  $3100 \cdot 0.02 = 62$  ортогональные частоты, каждая из которых

может содержать информацию о своей фазе. Если предположить, что информация содержится не в уровне модуляции каждой частоты (как предложено в работе), а в определенной комбинации совокупности переданных частот, то при информационном слове длительностью 20 мс. Можно передать объем информации, равный логарифму по основанию 2 от числа сочетаний в каждом кадре некоторой совокупности переданных частот из указанной сетки. В частности, если передавать 31 частоту из 62, то это число сочетаний дает 59 бит обеспечивая скорость передачи 2950 бит/с и энергию на бит около  $10^{-9}$  Дж при выходной мощности 1 Вт. Указанная информация не может быть отнесена к недостатку работы, это скорее тот результат, который мог быть получен автором, если бы он увидел эту возможность. Во всяком случае, это огромная перспектива для дальнейших исследований.

4. В тексте диссертации имеют место стилистические ошибки неточности и опечатки.

### **Выводы**

Диссертация *Жеглова Кирилла Дмитриевича* на тему «Повышение своевременности и достоверности передачи сообщений в сетях радиосвязи декаметрового диапазона» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи – повышение своевременности и достоверности систем декаметрового диапазона, что имеет существенное значение при организации надежных каналов связи в различных областях - в авиации, на флоте и МЧС, а также организации экстренных каналов связи в случае аварийных ситуаций.

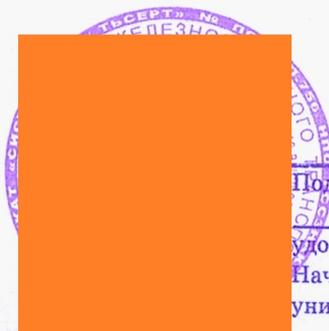
Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования.

По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно пп. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 № 335, от 02.08.2016 № 748, от 29.05.2017 № 650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168), а её автор Жеглов К. Д. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент,  
профессор кафедры Информатика и  
информационная безопасность  
«Петербургского государственного университета путей  
сообщения Императора Александра I», [redacted]  
д.т.н., профессор В.А. Ходаковский

09.02.2026

Подпись Ходаковского В.А. удостоверяю



Подпись [redacted]  
устанавливаю.  
Начальник Службы управления персоналом  
университета [redacted] Г.Е. Егоров  
« 09 » / 02 / 2026 г.