

О Т З Ы В

научного руководителя

по диссертационной работе Алёшинцева Андрея Владимировича
на тему: «Разработка и исследование метода многочастотной передачи данных
узкополосными финитными сигналами»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Среди различных методов, направленных на повышение спектральной эффективности (при заданной энергетической эффективности) существующих телекоммуникационных систем передачи данных по реальным частотно ограниченным каналам связи, особое место занимают методы многочастотной модуляции (МЧМ). Известные методы с широкополосными поднесущими, такие как МЧМ-OFDM, МЧМ-FBMC, МЧМ-UFMC и другие, например, при передаче сигналов с двоичной модуляцией, обеспечивают (по известным источникам) спектральную эффективность от 1 до 1.15 бит/с/Гц.

Актуальным направлением в повышении спектральной эффективности существующих телекоммуникационных систем передачи данных с МЧМ является исследование и разработка новых методов, рассматриваемых в диссертационной работе Алёшинцева А.В. В основе этих методов лежит важная проблема синтеза оптимальных финитных сигналов (ОФС), модулирующих узкополосные поднесущие, и не вызывающих межсимвольную интерференцию (МСИ) на выходах индивидуальных канальных фильтров МЧМ модема телекоммуникационной системы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения.

Во введении обосновывается актуальность работы, определены цель и задачи исследований, указываются научная и практическая значимость работы, кратко излагается её содержание по главам. В первой главе дается обзор методов компенсации МСИ при передаче данных в телекоммуникационной системе на основе спектрально эффективных сигналов с многоуровневой модуляцией; исследуются вариационные принципы синтеза финитных сигналов, не вызывающих МСИ на его выходе; рассматриваются особенности современных методов МЧМ с широкополосными и узкополосными поднесущими; даются выводы и рекомендации для дальнейших исследований. Во второй главе полагая, что в качестве узкополосных канальных фильтров когерентных модемов телекоммуникационной системы с МЧМ используются фильтры Баттерворта, исследуются различные структуры и эффективность МЧМ-DMT модемов первого вида с оптимальными финитными сигналами (ОФС), синтезируемыми по критерию максимума откликов фильтров Баттерворта в центре символического интервала. Основная особенность этого исследования состоит в том, что в каждом индивидуальном канале МЧМ модулятора организуются два, а затем и три попарно ортогональных ОФС, которые в МЧМ демодуляторе разделяются согласованными фильтрами. Именно этот прием позволяет повысить спектральную эффективность МЧМ-DMT модема первого вида при внеполосных излучениях на уровне - 24 дБ. В третьей главе дается синтез новых оптимальных финитных сигналов второго вида, максимизирующих средние значения откликов канальных фильтров Баттерворта и не вызывающих на их выходах МСИ. Получаемые здесь результаты являются основой для разработки новых МЧМ модемов с повышенной эффективностью и помехоустойчивостью, которые рассмотрены далее в главе 4, где показано, что использование ОФС второго вида позволяет

повысить спектральную эффективность МЧМ-DMT модема при внеполосных излучениях на уровне - 50 дБ. Четвертая глава посвящена разработке нового адаптивного МЧМ-DMT модема с ОФС второго вида и повышенной спектрально-энергетической эффективностью. Анализ полученных результатов показывает, что при изменении значности M цифровых данных от 2 до 128 спектральная эффективность нового МЧМ-DMT модема изменяется, соответственно, от 1.615 до 11.3 (бит/с/Гц). Показывается, что такая спектральная эффективность достигается при учете в адаптивном МЧМ модеме данных об амплитудно-частотных и фазо-частотных параметрах, оцениваемых на приеме и передаваемых на передачу по каналу обратной связи. Впервые показано, что рекуррентные оценки выборочных амплитуд и фаз релейского канала связи, получаемых на основе их оптимальной полигармонической фильтрации, достигают своих истинных значений за 50 итераций (6,25 мс.) со среднеквадратичной погрешностью $5 \cdot 10^{-5}$ при ОСШ, равном 0 дБ.

Научная новизна диссертационной работы Алёшинцева А.В. в основном проявляется в следующем. Получены новые результаты по синтезу оптимальных финитных сигналов (ОФС) для фильтров Баттерворта произвольного порядка. Впервые разработана методика использования ОФС при организации многоканальной связи с многочастотной модуляцией. Для повышения спектральной эффективности многочастотных модемов с узкополосными поднесущими впервые предложена методика уплотнения каждого из каналов МЧМ модулятора тремя взаимно-ортогональными ОФС. Впервые получены аналитические соотношения для точного расчета спектрально-энергетической эффективности многочастотных модемов с ОФС первого и второго вида. Впервые, на основе оптимальной полигармонической фильтрации наблюдаемых на приеме сигналов, получены рекуррентные оценки выборочных амплитуд и фаз релейского канала связи.

Диссертационная работа Алёшинцева А.В. представляет несомненный интерес в прикладном отношении, так как предложенные им новые модели и структурные схемы модемов с МЧМ обладают повышенной спектральной эффективностью по сравнению с известными МЧМ модемами и могут быть использованы для организации высокоскоростной передачи данных на основе новых технологий 5-6 G

Алёшинцев А.В. в 2000 г. окончил МТУСИ по специальности «Многоканальные телекоммуникационные системы». В 2003 году окончил Российский государственный торгово-экономический университет (РГТЭУ) по специальности: «Экономист-менеджер на предприятиях». В 2024 году защитил научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) и предоставлением диссертации на кафедру ОТС МТУСИ, где был соискателем с 2014 года. С 2007 г. по 2021 год он работал в должностях ассистента и старшего преподавателя кафедры Математической кибернетики и информационных технологий МТУСИ. С 2020 года по 2022 год работал по совместительству преподавателем кафедры Автоматизации и энергоснабжения Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), а с 2022 года по настоящее время работает старшим преподавателем кафедры Общей и прикладной физики НИУ МГСУ.

Алёшинцевым А.В. сданы все кандидатские экзамены: история и философия науки – отлично, иностранный язык – хорошо, специальная дисциплина (05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций) – отлично.

За время соискательства принимал активное участие в учебном процессе и научно исследовательской работе кафедры ОТС МТУСИ. Тема диссертации актуальна,

практически полезна, основные материалы диссертации оригинальны, опубликованы и внедрены. Проявил себя работоспособным, высококвалифицированным специалистом, способным самостоятельно решать сложные научно-технические задачи. В работе дисциплинирован, профессионально грамотен, к порученному делу относится ответственно, с проявлением творческой инициативы.

Все результаты, изложенные в диссертации, получены Алёшинцевым А.В. лично или при его непосредственном участии. Постановка цели и задач, обсуждение планов исследований и результатов выполнены совместно с научным руководителем.

Разработанные Алёшинцевым А.В. теоретические положения, а также результаты практических разработок являются плодами самостоятельного исследования и вносят вклад в решение актуальных задач разработки новых методов передачи данных с частичной или полной компенсацией межсимвольной интерференции в каналах связи.

Все основные положения и результаты диссертационного исследования отражены в 31 работе, в том числе 8 статьях в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов научных исследований.

Практическая значимость работы подтверждена внедрением её результатов при проведении научно-исследовательских работ МТУСИ с организациями АО «Нейроком» и ООО «Нова инженерная компания» г. Москва, а также в образовательную деятельность кафедры МКИИТ МТУСИ.

Диссертация «Разработка и исследование метода многочастотной передачи данных узкополосными финитными сигналами» Алёшинцева Андрея Владимировича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Отдельные результаты диссертации используются в учебном процессе университета, что подтверждается соответствующим актом.

Считаю, что Алёшинцев Андрей Владимирович вполне заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Научный руководитель, кандидат технических наук, доцент
кафедры «Общая теория связи» ордена Трудового Красного Знамени
ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики»,

«11» апреля 2024 г.

Санников Владимир Григорьевич

Подпись к.т.н., доцента В. Г. Санникова заверяю:

Проректор по науке



Алёшинцев А.В.