

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 219.001.04
НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ», ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 08 декабря 2016 г. № 4

О присуждении Манониной Ирине Владимировне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика обработки данных измерений параметров линий связи с применением вейвлет-анализа к рефлектометрическим измерениям» по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», принята к защите 30 сентября 2016 г., протокол № 7, диссертационным советом Д 219.001.04, созданным на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ), Федеральное агентство связи, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д.8а, приказ о создании диссертационного совета - № 244/нк от 03.03.2016 г.

Соискатель Манонина Ирина Владимировна 1987 года рождения, в 2009 году окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский технический университет связи и информатики» с присвоением квалификации инженера по специальности «Радиосвязь, радиовещание и телевидение». В 2014 г. окончила заочную аспирантуру в Федеральном государственном образовательном бюджетном учреждении высшего профессионального образования «Московский технический универси-

тет связи и информатики». Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2016 г. ордена Трудового Красного Знамени федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». Работает в должности старшего преподавателя кафедры «Метрологии, стандартизации и измерений в инфокоммуникациях» ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики».

Диссертация выполнена на кафедре «Метрологии, стандартизации и измерений в инфокоммуникациях» ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Сенявский Александр Леонидович, профессор кафедры «Метрологии, стандартизации и измерений в инфокоммуникациях» ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики».

Официальные оппоненты:

1. Седельников Юрий Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Радиоэлектронные и телекоммуникационные системы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» (КНИТУ-КАИ);

2. Бакланов Игорь Геннадьевич, к.т.н., генеральный директор ООО «ПР Групп Технологии»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности» (ОАО «ВНИИКП»), г. Москва, в своем положительном заключении, заслушанном и одобренном на заседании Научно-

технического совета ОАО «ВНИИКП», подписанном заведующим отделением ОАО «ВНИИКП», к.т.н. Овчинниковой Ириной Александровной; главным научным сотрудником ОАО «ВНИИКП», д.т.н. Лариным Юрием Тимофеевичем; утвержденном генеральным директором ОАО «ВНИИКП», д.т.н. Мещановым Геннадием Ивановичем указала, что диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук. Полученные автором диссертации результаты работы в части, касающейся использования методики обработки данных измерений параметров линий связи, позволяют ставить вопрос о необходимости более широкого ее применения и создании межотраслевого документа для оценки состояния и работоспособности существующих и строящихся кабельных линий. Также, результаты по исследованию и разработке методики обработки рефлектограмм рекомендуются к использованию в компаниях выполняющих оценку качества линий связи, а также на предприятиях занимающихся разработкой и производством рефлектометрического оборудования для их совершенствования. Кроме того, теоретические результаты исследования также рекомендуется использовать в научной работе и учебном процессе высших учебных заведений по профилю «Связь».

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, из них в рецензируемых периодических научных изданиях, входящих в перечень ВАК при Министерстве образования и науки РФ, – 5 работ. Общий объем – 3,5 печатных листов, авторский вклад составляет более 80 процентов. При подготовке научных работ соискатель внес определяющий вклад в разработку и исследование эффективной методики обработки данных с использованием вероятностно-статистических методов вейвлет-анализа. Разработка методики обработки рефлектограмм, разработка метода удаления шума из рефлектограмм, разработка метода определения сингулярности рефлектограмм с использованием вейвлет-анализа, а также определение оптимальных параметров для вейвлет-обработки принадлежат лично соискателю.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Манонина И.В. Применение программы LabVIEW для изучения вопросов поверки измерительных приборов // Т-сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2012. – №8. – С. 50-52.

2. Манонина И.В. Вейвлет-анализ рефлектограмм с использованием математического пакета MATLAB // Т-сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2013. – №10. – С. 61-66.

3. Манонина И.В. Использование вейвлет-анализа для оценки качества рефлектограмм// Т-сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2014. – №9. – С. 54-59.

4. Манонина И.В. Определение оптимальных параметров для вейвлет-обработки рефлектограмм// Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2016. – № 5 (8). – С. 28-38.

5. Манонина И.В. Обработка детализирующих вейвлет-коэффициентов для повышения точности рефлектометрических измерений // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2016. – № 5 (227). – С. 173-178.

На диссертацию поступили отзывы:

1. От официального оппонента профессора кафедры «Радиоэлектронные и телекоммуникационные системы» ФГБОУ ВО КНИТУ-КАИ, д.т.н., профессора Седельникова Юрия Евгеньевича. Отзыв положительный и содержит следующие замечания: 1) Полученные результаты фактически относятся к типовой импульсной рефлектометрической диагностике оптических линий связи и автоматический перенос их в рефлектометрическую диагностику кабелей в полной мере вряд ли правомерен по ряду причин: принципиально иной спектральный состав сигнала, отличающиеся значения относительной ширины полосы частот, другой характер влияния частотных зависимостей потерь и явления дисперсии в линии передачи; 2) В обзоре оказались представленными разрозненные, достаточно далекие от темы диссертации сведения: схема, поясняющая принцип импульсного метода измерений с использованием моста, общеизвестные соотношения (1.1)-(1.2). В то же время, данные об уже известных методах

обработки принятых эхо-сигналов практически отсутствуют; 3) Глава 2 представляется перегруженной известными сведениями математического характера; 4) В тексте встречаются не вполне четкие формулировки ряда положений: в автореферате на стр. 6 «степень достоверности результатов» обосновывается тем, что «результаты работы докладывались и обсуждались» на конференциях и опубликованы; 5) Встречаются фрагменты, неточные по смыслу или даже ошибочные по сути: на стр. 25 автор пишет «в случае единичного скачка волнового сопротивления... величина пикового значения напряжения эхо-импульса в месте его возникновения пропорциональна амплитуде изменения волнового сопротивления», что, неверно. На стр. 9 автореферата утверждается, что «применение вейвлет-преобразования... позволяет после удаления шума из рефлектограммы производить её реконструкцию с очень высокой точностью, что делает возможным определять места повреждений с погрешностью, измеряемой несколькими сантиметрами на дальностях до нескольких сотен километров». Это утверждение справедливо не вообще, как следствие применения вейвлет-преобразования, а может иметь место при выполнении ряда других условий – тип линии, ширина полосы частот зондирующего сигнала, отношение сигнал/шум и др.; 6) Имеются «мелкие» огрехи в терминологии, а также редакционного характера: подрисуночная подпись к Рис. 1.2 – «Частотная зависимость кабельной линии»; «частота передаваемого тока» – стр.13; стр. 25 – «для измерения расстояния до места неоднородности линии и величины неоднородности...».

2. От официального оппонента генерального директора ООО «ПР Групп Технологии», к.т.н. Бакланова Игоря Геннадьевича. Отзыв положительный и содержит следующие замечания: 1) Высокий уровень математической разработки диссертационной работы несколько нивелируется малым объемом практических проверок: например, вывод о повышении точности определения неисправности в 1,5-2 раза делается на основании сравнения между практической рефлектограммой и аналитикой обычного полевого рефлектометра и аналитикой вейвлет-анализа; 2) Недостатком является направленность выводов о применении найденного метода в области эксплуатации ВОЛС операторами связи,

а не практическое использование полученного метода при разработке отечественных рефлектометров или систем мониторинга ВОЛС.

3. От ведущей организации – Открытого акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности» (ОАО «ВНИИКП»). Отзыв положительный и содержит следующие замечания: 1) Недостаточно четко изложена практическая и теоретическая ценность работы, а также не выделен конкретный личный вклад автора; 2) Аналитический обзор темы диссертационной работы разделен по двум главам, что затрудняет оценку новизны рассматриваемой работы; 3) В работе указывается, что точность измерения расстояния до неоднородности зависит от разброса параметров кабеля. Необходимо уточнить какие это параметры и дать их или общую, или индивидуальную оценку; 4) В автореферате приведен рисунок, отсутствующий в диссертации; 5) В работе нет сравнения результатов, полученных с помощью разработанного метода с результатами работы цифрового вейвлет-рефлектометра, который, по сути, может являться оппонентом предложенного метода; 6) В качестве программного обеспечения для вейвлет-обработки автором используется MATLAB, который не является свободно распространяемым продуктом и вынуждает работников связи приобретать данный продукт для использования предложенного метода.

На автореферат поступили 8 положительных отзывов: ООО «Аналитик ТелекомСистемы»; ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт»; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»; ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации»; ПАО «Ростелеком»; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича»; Санкт-Петербургский филиал «Ленинградское отделение Центрального научно-исследовательского института связи» (Филиал ФГУП ЦНИИС – ЛО ЦНИИС); ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики». Один отрицательный отзыв, подписанный главным инженером проекта «Независимого испытательного центра железно-

дорожной техники», к.т.н. Черных А.М.

В этом отзыве, наряду с высокой оценкой представленной диссертационной работы, высказаны замечания о её несоответствии заявленной научной специальности 05.12.13, а также по кандидатуре второго оппонента – Бакланова И.Г., который, по мнению Черных А.М., является сотрудником МТУСИ.

После внимательного рассмотрения совет считает эти замечания ошибочными, поскольку второй оппонент не является сотрудником университета, а тема диссертации соответствует пунктам 11, 13 и 14 паспорта специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

В результате подробного обсуждения данного отзыва изложенные в нем замечания признаны ошибочными, а с учетом того, что данная организация не входила в список рассылки автореферата диссертации, как не профильная для данной тематики, диссертационным советом отзыв признан не значащим.

Замечания, полученные в отзывах на автореферат, представлены в следующем обобщенном виде: 1) В автореферате отсутствует обоснование выбора универсального порога в качестве пороговой функции; 2) В автореферате не комментируется выбор оценки риска как основной показатель качества восстановленной рефлектограммы; 3) В автореферате отсутствуют разъяснения по вычислению и пояснению параметров A_1 , A_2 , t_{i1} , t_{i2} , входящих в алгоритм устранения ложных эхо-импульсов; 4) В тексте автореферата на стр. 9 приведено объяснение, как использование вейвлет-анализа позволит повысить «точность проведения анализа при обработке рефлектограмм», но не сказано, как «при этом уменьшается и шумовая составляющая»; 5) На стр. 10: выбран алгоритм пороговой обработки и вводится показатель эффективности как «Риск (среднеквадратическая погрешность)», но формула в реферате не прокомментирована, а показатели эффективности не представлены, что не позволяет оценить эффективность предлагаемых решений, проиллюстрировать оптимизацию выбора вейвлетов, настройки порогов или алгоритма пороговой обработки; 6) Утверждения на стр. 23 об оптимальном выборе параметров «для вейвлет-обработки рефлектограмм» не представляются должным образом обоснован-

ными; 7) На стр. 12: в качестве источника искажений предлагается использовать равномерный шум с нормальным распределением, но использование такого идеализированного дестабилизирующего воздействия, как равномерный шум для определения эффективности алгоритмов обработки не представляется корректным; 8) Из текста автореферата не ясно, каким образом было получено истинное значение «реального места»; 9) Единственность результата не позволяет говорить о статистически доказанной значимости эффективности предлагаемых методов; 10) Рефлектограммы на рисунках 6 - 13 неразборчивы, обозначения и единицы измерений по осям отсутствуют; 11) Горизонтальность рефлектограмм, представленных на рисунках 11 и 12, не соответствует легенде - линии «Москва-11 ПОН – 2-й Южнопортовый проезд 23, корп.2», т.к. обычно на линиях PON видны точки установки сплиттеров, а исходная рефлектограмма от EXFO FTB 7200D может иметь наклон; 12) С учетом того, что работа посвящена обработке данных измерений линий связи, в автореферате следовало бы писать, что измерительная техника служит для контроля качества работы линий связи, а не сети; 13) В тексте автореферата сказано, что «повреждение лучше всего определяет вейвлет Хаара, что обуславливается его функцией материнского вейвлета». При этом сама функция в автореферате не приведена, поэтому не понятно, чем же функция материнского вейвлета Хаара лучше, чем у других вейвлетов; 14) В задачах диссертационной работы указано: «определить оптимальные параметры для вейвлет-обработки», при этом в основных результатах указано, что «определены оптимальные параметры для вейвлет-анализа»; 15) Для большей наглядности, в автореферате при определении сингулярности стоило также привести вейвлет-коэффициенты для исследуемой (рис. 9) и восстановленной (рис. 11) рефлектограмм; 16) Блок-схемы алгоритмов, приведенных на рисунках автореферата, выполнены с нарушением требований ГОСТ; 17) В работе отсутствует оценка зависимости точности локализации событий от параметров измерений, в частности от длительности зондирующего импульса, а также не в полной мере проведен анализ влияния шумов рефлектограммы; 18) Предложенная методика анализа была апробирована только для случая отра-

жающих неоднородностей, что оставляет вопрос о эффективности ее применения для локализации неотражающих событий, таких как сварные соединения и изгибные дефекты оптического волокна.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующими обстоятельствами:

1. Доктор технических наук, профессор Седельников Юрий Евгеньевич является крупным специалистом в области телекоммуникаций и радиолокации. В области научных интересов Седельникова Ю.Е. также находятся вопросы исследования и модификации методов диагностики дефектов линий электропередачи и связи, а также целостности оболочек оптоволоконных кабелей, лежащие в основе диссертационного исследования Манониной И.В.

2. Кандидат технических наук Бакланов Игорь Геннадьевич является видным специалистом в области построения и развития телекоммуникационных и информационных технологий. В сфере научных интересов Бакланова И.Г. также находятся вопросы, связанные с методами измерений в системах связи и развития отраслевой метрологии, которые являются одним из важных аспектов диссертационного исследования Манониной И.В.

3. ОАО «ВНИИКП» известно своими работами в области разработки и испытания кабелей для телекоммуникационных сетей.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика обработки данных измерений параметров линий связи с применением вейвлет-анализа к рефлектометрическим измерениям, позволившая повысить точность измерений при локализации различных типов неоднородностей и повреждений линий связи;

доказана перспективность использования разработанной методики для измерительной аппаратуры в области телекоммуникаций;

предложены метод удаления шума из рефлектограмм на основе пороговой обработки коэффициентов, полученных в процессе вейвлет-преобразования рефлектограммы; метод определения сингулярности рефлектограммы на основе

анализа коэффициентов детализации;

создан алгоритм обнаружения и удаления эхо-импульсов из рефлектограммы на основе математической модели рефлектограммы;

введены основной и дополнительные показатели качества восстановленной рефлектограммы, полученной в результате вейвлет-обработки с целью удаления шума из рефлектограммы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано повышение точности измерений локализации повреждений и неоднородностей линий связи за счёт методики вейвлет-обработки рефлектограмм;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы

методы математического и функционального анализа, теории передачи сигналов, теории вероятностей и математической статистики, моделирования и программирование в среде *MATLAB*, методы анализа Фурье и вейвлет-анализа;

раскрыты и изучены вопросы, связанные с использованием теории вейвлет-преобразований применительно к измерительной технике;

проведена модернизация методов обработки данных рефлектометрических измерений для обеспечения необходимого качества передачи сигнала;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана методика обработки рефлектограмм с помощью вейвлет-анализа, реализованная с помощью программного пакета *Matlab*, позволяющая повысить точность инструментальных методов локализации повреждений и неоднородностей линий связи в 1,5-2 раза;

определены рациональные параметры для вейвлет-обработки рефлектограмм;

создан программный продукт, написанный на языке программного пакета *Matlab*, позволяющий производить очистку рефлектограммы и поиск локализации повреждений с повышенной точностью;

представлены рекомендации по использованию полученных результатов операторам связи, проектным и исследовательским организациям при оценке каче-

ства линий связи, а также при ремонтно-профилактических работах.

результаты, полученные в диссертации, **использованы** в ПАО «МТС» в виде методики для локализации повреждений и неоднородностей линий связи, а также использованы в учебном процессе на кафедрах «Направляющие телекоммуникационные среды» и «Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях» МТУСИ. Полученные теоретические и практические результаты работы подтверждаются соответствующими актами.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты экспериментальных исследований получены с применением общедоступного прикладного программного обеспечения с использованием сертифицированного оборудования;

теория построена на известных и общепринятых научных положениях, на адекватном использовании в качестве методической основы теории передачи сигналов, теории вероятностей и математической статистики, методы анализа Фурье и вейвлет-анализа;

идея базируется на анализе и использовании знаний о существующих методах измерений в системах связи и методах анализа и обработки сигналов;

использованы методологические подходы известных ученых, занимающихся исследованием и развитием методов измерений проводных кабельных и волоконно-оптических линий связи, а также математиков, заложивших основу теории вейвлет-анализа и её практическое применение.

Личный вклад соискателя состоит в: проведении теоретических исследований; разработке методики обработки рефлектограмм с использованием вейвлет-анализа; разработке метода удаления шума из рефлектограммы с использованием пороговой обработки коэффициентов, полученных в результате вейвлет-преобразования; разработке метода определения сингулярности рефлектограмм на основе анализа детализирующих вейвлет-коэффициентов; в разработке алгоритма определения эхо-импульсов в рефлектограмме; проведение экспериментальных исследований; апробации результатов исследования на

5-ти научно-технических конференциях, в том числе международных, в подготовке 7-ми публикаций по результатам диссертационного исследования.

На заседании 08 декабря 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Манониной И.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек (из них 8 докторов наук по профилю защищаемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета проголосовали: за присуждение ученой степени – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета Д 219.001.04

Аджемов Артём Сергеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 219.001.04

Терешонок Максим Валерьевич

« 8 » декабря 2016 г.

