



## ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

### «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

Льва Толстого ул., д. 23, г. Самара, 443010. Телефон: (846)333-58-56. E-mail: info@psati.ru, www.psuti.ru

№ \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_

от \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ

#### ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

**КУЗНЕЦОВА АРТЁМА АНАТОЛЬЕВИЧА**

**«Мультипликативный волоконно-оптический датчик  
износа и температуры щеток электрических машин»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности

05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды,  
веществ, материалов и изделий.

На оппонирование представлены:

- диссертация на 159 страницах с приложением;
- автореферат диссертации, объемом 1,16 авт. л.;
- 23 научные работы, в том числе три статьи в рецензируемых журналах, включенных в Перечень ВАК по специальности 05.11.13, пять статей в зарубежных изданиях, входящих в базу данных Scopus, три патента:одинна изобретение и два на полезную модель, три статьи в рецензируемых журналах, включенных в Перечень ВАК по смежным специальностям, девять работ в реферируемых трудах и сборниках докладов международных конференций.

#### Актуальность темы

В настоящее время измерительные системы на основе волоконно-оптических технологий получают применение практически во всех областях народного хозяйства. Существует широкая номенклатура коммерчески доступных измерительных систем, в которых ключевыми элементами являются волоконно-оптические датчики различных типов, так же активно ведутся научно-исследовательские работы по усовершенствованию подобных систем, как в России, так и за рубежом.

7803  
12 12 16

Однако существуют сферы деятельности, где волоконно-оптические технологии внедрены не в полной мере. К ним можно отнести, например, контроль ряда рабочих параметров электрических машин, влияющих как на экономическую эффективность, так и на безопасность их эксплуатации. Автором показано, что одними из самых нагруженных частей электродвигателя являются элементы щеточно-коллекторного узла, и, в частности щетка, подверженная в процессе эксплуатации не только естественному износу, но и перегреву. Существующие решения для одновременного контроля износа и температуры щетки имеют ряд недостатков, связанных с их функциональной ограниченностью, либо с высокой сложностью и стоимостью.

Таким образом, сформулированная автором задача улучшения метрологических и технико-экономических характеристик мультипликативных волоконно-оптических датчиков, предназначенных для контроля износа и температуры щеток электрических машин, является актуальной научно-технической задачей.

Из вышеизложенного следует, что диссертация Кузнецова А.А. является востребованной, тема диссертации, цель и задачи, на достижение и решение которых она направлена, актуальны.

### **Общая характеристика и структура диссертационной работы**

Диссертационная работа Кузнецова А.А. изложена грамотным техническим языком, а ее структура является традиционной для диссертаций в данной отрасли науки и отражает логику решения поставленной научной задачи.

В первой главе проведен критический анализ существующих методов и средств для измерения износа и температуры как отдельного, так и совместного исполнения. Показано, что широко распространенные электрические датчики имеют существенные недостатки, которые в значительной мере могут быть устранены при использовании волоконных брэгговских решеток (ВБР) и структур на их основе. По результатам проведенного анализа определены основные цели и задачи диссертационного исследования.

Вторая глава посвящена разработке и апробации математических моделей различных внутриволоконных структур на основе ВБР в задачах измерения длины изделия (износа), в основу которых положено предложенное автором измерительное преобразование «износ – длина брэгговской структуры». На основе полученных результатов предложены структурные схемы щеток электродвигателя со встроенными волоконно-оптическими датчиками износа.

Третья глава посвящена разработке и апробации математических моделей, предложенных в предыдущей главе структур в задачах измерения температуры, в том числе в случае их частичного износа, с использованием известного измерительного преобразования «температура – брэгговская длина волны». Предло-



женные структурные схемы щеток электрических машин со встроенными датчиками температуры основываются на полученных в ходе моделирования результатах, а также предложенных в предыдущей главе структур датчиков износа.

В четвертой главе проведено обобщение полученных во второй и третьей главе результатов, как следствие, предложены комплексные рекомендации по построению мультипликативного волоконно-оптического датчика, включающие в себя разработку и экспериментальное исследование способа обработки информации с датчика, реализующего одновременное получение информации о длине (износе) щетки и ее температуре; рекомендации по проектированию и изготовлению щетки с датчиком.

### **Новизна полученных результатов, степень их обоснованности и достоверности**

Автором впервые предложено использовать волоконные брэгговские решетки и структуры на их основе для одновременного контроля износа и температуры щеток электрических машин. Показано, что предложенный метод имеет улучшенные метрологические и технико-экономические характеристики, по сравнению с существующими решениями.

Разработаны и апробированы математические модели процесса измерения износа щетки, в основу которых положены изменения характерных параметров спектра отражения внутриволоконных структур от их длины, а также температуры, включающие в себя случаи частичного износа датчика.

На основе разработанных математических моделей предложены структурные схемы щеток электродвигателя со встроенными волоконно-оптическими датчиками износа и температуры, позволяющие осуществлять измерения требуемых параметров на различных этапах жизненного цикла щетки.

Разработаны практические рекомендации по реализации мультипликативного датчика, включая разработку метода съема информации с датчика, позволяющего осуществлять одновременное определение, а также конструкцию самого датчика.

### **Значимость результатов для науки и практики**

Полученные результаты доказывают возможность создания мультипликативных волоконно-оптических датчиков для контроля износа и температуры щеток электрических машин, имеющих улучшенные метрологические и технико-экономические характеристики.

Подтверждением этому являются разработанные:

– математические модели волоконных брэгговских решеток и внутриволоконных структур на их основе как датчиков для определения износа и температуры;

– структурные схемы и экспериментальные образцы щеток электродвигателя со встроенными разработанными мультипликативными волоконно-оптическими датчиками износа и температуры;

– метод опроса мультипликативного волоконно-оптического датчика и структурная схема прибора для его реализации.

### **Оценка диссертации по ее завершенности, стилю и языку изложения**

Диссертационная работа Кузнецова А.А. представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение актуальной научно-технической задачи. Ее содержание изложено последовательно, методически правильно и полностью раскрывает сформулированные и решаемые научные и практические задачи.

Работа написана грамотно, хорошим языком, стилистические ошибки и опечатки встречаются редко. Диссертация содержит богатый иллюстрирующий материал в виде большого числа рисунков, графиков, таблиц и фотографий. Основные цитируемые положения сопровождаются ссылками на источники.

В целом диссертация по объему и оформлению соответствует требованиям ВАК России. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации и в достаточной мере раскрывает ее содержание.

### **Апробация, публикация и внедрение результатов работы**

Научные и практические результаты работы полностью отражены в 23 научных работах, включающих в себя три статьи в рецензируемых журналах, включенных в Перечень ВАК по специальности 05.11.13, пять статей в зарубежных изданиях, входящих в базу данных Scopus, три патента: один на изобретение и два на полезную модель, три статьи в рецензируемых журналах, включенных в Перечень ВАК по смежным специальностям, девять работ в реферируемых трудах и сборниках докладов международных конференций.

Результаты неоднократно докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях международного и всероссийского уровня.

Результаты работы, реализованные в виде макетных образцов мультипликативных датчиков износа и температуры и устройства для их опроса, а также их математические модели внедрены и использовались при выполнении хозяйственных НИР и НИОКР совместно с ООО ИРЗ-ТЭК (г. Ижевск), а также в рамках



проектной части работ в рамках государственного задания Минобрнауки РФ, что подтверждено соответствующими актами внедрения.

Исходя из вышеизложенного, следует, что апробация работы вполне достаточна.

### **Замечания по диссертационной работе**

*По существу содержания диссертации.*

- Раздел 4.2, посвященный оценке погрешности предлагаемого метода, требует более подробных пояснений. В частности, из текста диссертации неясно, как определяется параметр  $S_{\text{FBG}}$  и по какому критерию выбрано минимальное требуемое отношение сигнал/шум.

- По результатам экспериментального исследования разработанного датчика и устройства опроса (раздел 4.3) не накоплена достаточная статистика и полученная величина погрешности измерения не отражает величину случайной погрешности.

- Требуется пояснения как результаты, представленные на рис. 4.9 (стр. 121), согласуются с результатами расчетов в разделе 4.2.

- В работе не учитывалась погрешность измерения температуры, связанная с флуктуацией положения центральной длины волны ВБР, вызванной вибрацией щетки в процессе работы электродвигателя.

*По представлению результатов диссертации.*

Несмотря на то, что работа написана грамотным техническим языком, в тексте встречаются грамматические ошибки и погрешности в оформлении.

- В формуле 2.7 на стр. 56 имеется опечатка.

- Отдельные разделы перегружены малоинформативными рисунками. Например, представленные на рис. 2.10 (стр. 63) профили спектра отражения ВБР с  $\pi$ -сдвигом после износа до половины решетки полностью аналогичны представленным на рис. 2.3 (стр. 55-56). Также, полностью совпадают графики на рис. 3.4 – 3.7 в силу того, что формулы 3.4 – 3.7 имеют идентичный вид и описывают одну и ту же зависимость “температура - брэгговская длина волны” без учета типа ВБР и ее длины.

Тем не менее, указанные замечания не снижают научной и практической ценности представленной диссертационной работы, которая заслуживает положительной оценки.

### **Заключение по диссертационной работе**

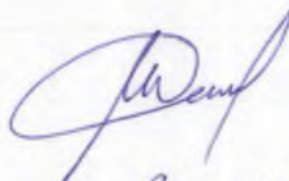
Данные замечания не ставят под сомнение основные защищаемые положения диссертационной работы. Диссертационная работа Кузнецова А.А., представленная к защите, актуальна, обладает внутренним единством, написана ав-

тором самостоятельно. Полученные результаты достоверны и обоснованы, обладают научной новизной и практической значимостью, представлены публикациями в изданиях требуемого уровня. Апробация работы проведена в соответствии с принятыми нормами. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Тема диссертации и область решаемых задач соответствуют паспорту специальности 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Исходя из вышеизложенного, считаю, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ (включая п. 9, 10, 11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (ред. 21 апреля 2016г.)), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор –Кузнецов Артём Анатольевич– заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

**Официальный оппонент,**

доцент кафедры Линий связи и измерений в технике связи  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»,  
кандидат технических наук, доцент



М.В. Дашков

« 9 » декабря 2016г.

Дашков Михаил Викторович  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», кафедра линий связи и измерений в технике связи.  
443070, Россия, г. Самара, Московское шоссе, д. 77. тел.: (846) 228-00-66  
E-mail: mvd.srttc@gmail.com

Личную подпись к.т.н., доцента Дашкова М.В. заверяю

Проректор по науке и инновациям

д.т.н., проф. Бурдин В.А.

« 9 » декабря 2016г.







**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Поволжский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики»

Льва Толстого ул., д. 23, г. Самара, 443010. Телефон: (846)333-58-56. E-mail: info@psati.ru

№ \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_

от \_\_\_\_\_

**СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ**

по диссертации Кузнецова Артёма Анатольевича

«Мультипликативный волоконно-оптический датчик износа и температуры  
щеток электрических машин»

по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, ве-  
ществ, материалов и изделий

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Сведения об основном месте работы	
		Полное название ор- ганизации, почтовый адрес (индекс, город, улица, дом), телефон, адрес электронной почты	Должность с указа- нием структурного подразделения
Дашков Михаил Викторович	Кандидат техни- ческих наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства теле- коммуникаций, доцент	ФГБОУ ВО «Поволж- ский государственный университет телеком- муникаций и инфор- матики». 443010, г. Самара, ул. Льва Толстого, д. 23. Тел.: (846) 333-58-56 E-mail: priem@psati.ru	Доцент кафедры Ли- ний связи и измере- ний в технике связи ФГБОУ ВО «По- волжский государст- венный университет телекоммуникаций и информатики»

Проректор по науке и инновациям  
ФГБОУ ВО «Поволжский государст-  
венный университет телекоммуника-  
ций и информатики»  
доктор технических наук, профессор

« 9 » декабря 2016г.



В.А. Бурдин

**СПИСОК**  
**основных научных трудов за 2012-2016 гг.**  
**Дашкова Михаила Викторовича**

№ п/п	Наименование работы, ее вид	Форма работы	Выходные данные	Объем, стр.	Соавторы
- в научном издании, индексируемом в системе цитирования Web of Science (WoS) и Scopus					
1	Application of dispersion managed soliton regime in radio-over-fiber systems	Печ.	SPIE Proceedings. Optical Technologies for Telecommunications, 2013, vol. 8787, 878703 (6); <a href="http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=1672846">http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=1672846</a> ; doi:10.1117/12.2018567	6	Burdin V. A., Volkov K.A., Volkova K.A.
2	Detection and localization of defects in optical fibers based on monitoring of the polarized backscattered signal	Печ.	SPIE Proceedings. Optical Technologies for Telecommunications, 2013, vol. 8787, 87870G (10); <a href="http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=1672859">http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=1672859</a> ; doi:10.1117/12.2018565	10	Burdin V.A., Dmitriev E.V.
3	Research of potentiality of nonlinear effects mitigation by considerable increasing of optical fiber core diameter	Печ.	SPIE Proceedings. Optical Technologies for Telecommunications, 2015, vol. 9533, 953306(8); <a href="http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2212359">http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2212359</a> ; doi:10.1117/12.2181085	8	Andreev V.A., Burdin V.A., Bourdine A.V., Volkov V.A.
4	Investigation of polarization reflectometry sensitivity to detecting new events in fiber optical lines	Печ.	SPIE Proceedings. Optical Technologies for Telecommunications, 2015, vol. 9533, 95330Y (7); <a href="http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2212387">http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2212387</a> ; doi:10.1117/12.2180873	7	Dmitriev E.V.
5	Chromatic dispersion estimation for higher-order guided modes propagating over silica large core few-mode optical fibers	Печ.	SPIE Proceedings. Optical Technologies for Telecommunications, 2016, vol. 9807, 98070Q (13); <a href="http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2509163">http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2509163</a> ; doi:10.1117/12.2234566	13	Andreev V.A., Bourdine A.V., Burdin V.A., Grigorov I.V.



6	Application of semiconductor optical amplifier for mobile radio communications networks based on radio-over-fiber systems	Печ.	SPIE Proceedings. Optical Technologies for Telecommunications, 2016, vol. 9807, 980707 (6); <a href="http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2509144">http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2509144</a> ; doi:10.1117/12.2234580	6	Andreev V.A., Burdin V.A., Volkov K.A., Bukashkin S.A., Buzov A.L., Procopiev V.I., Zharkov A.D.
7	Experimental study of low-cost fiber optic distributed temperature sensor system performance	Печ.	SPIE Proceedings. Optical Technologies for Telecommunications, 2016, vol. 9807, 98071D (7); <a href="http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2509185">http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2509185</a> ; doi:10.1117/12.2234581	7	Dashkov M.V., Zharkov A.D.
- в научном издании, включенном в перечень ВАК					
8	Мониторинг оптических волокон кабельных линий методами поляризационной рефлектометрии	Печ.	Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт, 2013, т. 7, № 8, с. 30-32; <a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=20769447">http://elibrary.ru/item.asp?id=20769447</a>	3	Бурдин В.А., Дмитриев Е.В.
- в научном издании (журнале, сборнике научных трудов и т.п.), включенном в базу РИНЦ					
9	Передача сигнала "Radio-over-fiber" по ВОЛП в режиме плотного управления дисперсией	Печ.	Инфокоммуникационные технологии, 2012, т. 10, № 4, с. 19-23; <a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=18360236">http://elibrary.ru/item.asp?id=18360236</a>	5	Арбузова Е.Ю., Волков К.А., Волкова К.А., Кокурина О.Е.
10	Математическая модель поляризационных характеристик обратного рассеяния оптического волокна	Печ.	Фотон-Экспресс, 2013, №6 (110), с. 273-274; <a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=20684958">http://elibrary.ru/item.asp?id=20684958</a>	2	
11	Применение поляризационной рефлектометрии для мониторинга оптических волокон кабельных линий связи	Печ.	Фотон-экспресс, 2013, № 6 (110), с. 281-282; <a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=20684963">http://elibrary.ru/item.asp?id=20684963</a>		Бурдин В.А., Дашков М.В., Дмитриев Е.В.
12	Потенциальные возможности применения оптических солитонов в системах radio-over-fiber	Печ.	Фотон-Экспресс, 2013, №6 (110), с. 285-286; <a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=20684965">http://elibrary.ru/item.asp?id=20684965</a>	2	Бурдин В.А., Волков К.А.
13	Радиофотонные системы двухчастотного симметричного зондирования контура усиления Мандельштама-Бриллюэна в одномодовых оптических волокнах	Печ.	Прикладная фотоника, 2015, т. 2, №3, с. 223-245; <a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=25126911">http://elibrary.ru/item.asp?id=25126911</a>	2	Морозов О.Г., Бурдин В.А., Морозов Г.А., Талипов А.А.

