

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу

**ЛУКАШИК Татьяны Михайловны**

«Датчики на основе макроизгиба оптического волокна для контроля параметров окружающей среды, объектов и изделий»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

### **Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите**

Диссертационная работа Лукашик Татьяны Михайловны представляет собой выполненное на современном уровне исследование по разработке и созданию датчиков и устройств на основе макроизгиба оптического волокна для контроля параметров окружающей среды, объектов и изделий.

По предмету и цели исследования, используемым методам, полученным результатам, сформулированному заключению и области применения результатов диссертация соответствует отрасли «технические науки» и паспорту специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий по пунктам 1, 2, 3 и 5:

п.1. изучение физических эффектов в природной среде, веществах, материалах и изделиях, проявляемых при внешних воздействиях различной природы, для развития теории и принципов создания и проектирования первичных преобразователей средств контроля;

п.2. разработка приборов, систем контроля и автоматизированных контрольно-измерительных комплексов, в том числе с применением комбинированных методов и средств контроля и технической диагностики;

п.3 методики и программные средства идентификации исследуемых объектов и процессов;

п.5. приборы и системы экологического мониторинга окружающей среды и экологическая диагностика, включая использование информационно-коммуникационных технологий для дистанционного контроля.

### **Актуальность темы диссертации**

Тема диссертации посвящена современной проблеме приборостроения в решении задач ранней диагностики состояния природной среды, веществ, материалов и изделий. При создании приборов контроля и сигнализации все

большее внимание уделяется развитию автоматизированных комплексов, где широкое использование находят волоконно-оптические датчики (ВОД), вытесняя электрические, благодаря высоким метрологическим характеристикам, надежности и стабильности.

Вопросы разработки и конструирования контролирующих устройств на основе ВОД для контроля параметров окружающей среды, объектов и изделий, а также исследования по созданию волоконно-оптических систем требуют дальнейшего исследования.

*В связи с этим актуальность выбранного диссертантом направления исследований по разработке новых контролирующих устройств на основе ВОД, удовлетворяющих современным запросам, не вызывает сомнения.*

Важно, что тематика исследований диссертации соответствует одному из приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021 - 2025 гг., утвержденных Указом Президента Республики Беларусь № 156 от 7.05.2020 г. (п.1 «средства связи и методы передачи данных, лазерные, плазменные, оптические технологии и оборудование», и п. 4 «лазерные, плазменные, оптические технологии и оборудование»).

#### **Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту**

В диссертационной работе содержатся новые научно-обоснованные результаты, новизна и оригинальность которых подтверждены рецензируемыми публикациями, а также 2 патентами на изобретение Республики Беларусь. Совокупность результатов и положений диссертации позволила соискателю разработать новую концепцию разработки волоконно-оптических датчиков и систем.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что разработаны новые методики и алгоритмы, а также даны рекомендации по разработке и созданию элементов волоконно-оптических систем.

Разработаны оригинальные авторские методики:

- методика определения количества датчиков и минимального расстояния между соседними ВОД на основе макроизгибов оптического волокна, позволяющая создавать и определять характеристики квазираспределенной системы охраны на одномодовом волокне, реализуемая в диапазоне длин волн от 1310 до 1625 нм, мощностей импульсного оптического излучения от 0,5 до 5 мВт и длительностей оптических импульсов от 3 до 1000 нс;

- методика определения длины волны излучения, распространяющегося в диапазоне от 1310 до 1625 нм в оптическом волокне без разрыва волокна и без отключения его от конечного получателя информации за счет измерения мощности излучения, снимаемого с боковой поверхности оптического волокна двух макроизгибов определенного радиуса.

Получена аналитическая зависимость, позволяющая определить затухание мощности оптического излучения в оптическом волокне от массы груза для разработанного ВОД массы на основе макроизгиба, подтвержденное экспериментальными результатами.

Установлены экспериментальные зависимости, позволяющие разрабатывать новые ВОД.

*На основе зависимости ответвленной мощности оптического излучения с макроизгиба оптического волокна для радиусов от 2,5 мм до 10 мм в диапазоне длин волн оптического излучения от 1310 до 1625 нм - волоконно-оптический пожарный датчик, отличающийся одновременным мониторингом температуры окружающей среды и задымления, самовосстановлением при ликвидации обозначенных угроз.*

Даны рекомендации по разработке технологичного волоконно-оптического датчика для дистанционного контроля (до 50 км) превышения температуры *на основе зависимости амплитуды отклика оптического импульса*, отраженного от торца одномодового оптического волокна, от радиуса макроизгиба в диапазоне от 5 до 30 мм в виде одного полного витка и длин волн 1310 и 1625 нм.

Впервые разработан не имеющий аналогов волоконно-оптический ответвитель, позволяющий осуществлять коммутацию оборудования, каналов и потока данных, а также адаптацию работы с различными типами волоконно-оптических кабелей для контроля параметров оптического излучения.

### **Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Результаты диссертационной работы получены на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современного оборудования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, обоснованы теоретически и подтверждены экспериментально. Достоверность выводов в работе подтверждается публикацией научных работ соискателя в рецензируемых научных изданиях и апробацией материалов диссертации на международных конференциях.

Выводы и положения, выносимые на защиту, сформулированы строгим научным языком, имеют теоретическое обоснование и содержат необходимые ссылки на опубликованные научные работы.

**Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию**

*Научная значимость* определяется тем, что проведено системное исследование влияния макроизгибов оптического волокна на мощность проходящего и ответвленного оптического сигнала в нем; разработке новых оригинальных методик и способов создания новых датчиков и квазираспределенных оптоволоконных систем, работающих на выявление места и количества макроизгибов оптического волокна, на котором расположены контролирующие компоненты, что подразумевает применение в системах автоматического контроля окружающей среды, на охраняемых объектах на больших расстояниях в различных условиях.

Разработаны новые оригинальные методики и способы создания оптоволоконных устройств на основе макроизгибов оптического волокна для диапазона длин волн от 1310 до 1625 нм.

*Практическая и экономическая значимость* заключается в разработке самовосстанавливающихся ВОД на основе макроизгибов оптического волокна и создании из совокупности разработанных элементов квазираспределенных оптоволоконных систем, не требующих специально подготовленных дорогостоящих оптических волокон и работающих на серийно выпускаемых одномодовых оптических волокнах G652, G655, G657, что обеспечивает заметный экономический эффект.

Результаты диссертационной работы могут найти применение в науке и образовании, при разработке приборов оборонной промышленности и в других приложениях. Результаты исследований использованы в учебном процессе УО «Белорусская государственная академия связи» для студентов специальности 1–45 01 01 в лекциях по дисциплине «Оптоволоконные информационные системы», а также при разработке и создании датчиков и элементов для автоматизированного комплекса «Умный дом», что подтверждается актами внедрения на предприятиях СЗАО «Белтелекабель» и ОАО «Промсвязь».

*Социальная значимость* результатов обусловлена сферой их практического применения: пожарная безопасность объектов и предупреждение нарушения охраняемого периметра, что позволяет

предупредить развитие неблагоприятных ситуаций, ликвидации чрезвычайных ситуаций, сохранности природных ресурсов и др.

### **Опубликованность результатов диссертации в научной печати**

Основные положения и результаты диссертации опубликованы в 14 работах, в их числе 10 статей в научно-технических журналах и сборниках, из которых 5 статей в изданиях в соответствии с п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике (общим объемом 2,74 листа). Получены 2 патента Республики Беларусь на изобретение. Ссылки на опубликованные работы приведены в тексте диссертации.

### **Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК**

Диссертация состоит из общей характеристики работы, пяти глав, библиографического списка и приложений. Список использованных источников содержит 102 позиции, список авторских публикаций из 16 наименований, включая 2 патента на изобретение. Диссертация в целом оформлена в соответствии с требованиями инструкции ВАК Республики Беларусь. Текст диссертации изложен последовательно и логично, с достаточным количеством графического материала.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

### **Замечания по диссертации**

1. В тексте диссертации имеются стилистические неточности. Предмет исследования (стр.7) более корректно записать, как «характеристики оптического сигнала», а не «распространение оптического сигнала в оптическом волокне». В 3-м положении (стр.8) правильно написать «длины волны оптического излучения, распространяющегося...», а не «длины волны, распространяющейся...»

2. В диссертации было бы целесообразным представить теоретическое обоснование наблюдаемых явлений в макроизгибах оптического волокна. В главе 1 указаны причины затухания на макроизгибе без подробного описания, но все дальнейшие наблюдаемые явления не описаны с точки зрения физики, а только формально сведены уже в «производственную» плоскость.

3. Соискатель использует термин «мультидатчики» в главе 1 (стр.14). Желательно было бы пояснить этот термин или заменить его более распространенным, например, «комбинированный датчик».

4. В оптоволокне происходят относительно большие динамические механические напряжения. В диссертации желательно бы указать ресурс и надежность датчиков на основе макроизгиба.

5. При описании устройства теплового датчика с плавким замком в главе 4 целесообразно было привести характеристики этого устройства для других длин волн оптического излучения, соответствующим «окнам прозрачности» оптического волокна.

В целом диссертация оформлена достаточно аккуратно. Указанные выше замечания не опровергают полученные в работе результаты, не снижают их практической и научной ценности и поэтому не влияют на положительную оценку диссертационной работы в целом.

#### **Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует**

Содержание диссертации: результаты теоретического анализа, объем экспериментальных данных, полученный с использованием современных методов исследований, уровень их описания и трактовки, содержание и количество публикаций позволяет сделать вывод, что квалификация соискателя соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатам технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

#### **Заключение**

Диссертация Лукашик Татьяны Михайловны «Датчики на основе макроизгиба оптического волокна для контроля параметров окружающей среды, объектов и изделий» представляет собой законченную квалификационную научную работу, подготовленную самостоятельно и содержит новые научно-обоснованные теоретические и экспериментальные результаты. Содержание диссертационной работы соответствует специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, соответствует пункту 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», а ее автор Лукашик

Татьяна Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» за:

- установление зависимости затухания мощности оптического сигнала в оптическом волокне от длины дуги и радиуса макроизгиба, длины волны оптического излучения, что позволило разработать волоконно-оптический ответвитель и пожарный датчик;

- разработку аналитической зависимости, позволяющей определить затухание мощности оптического излучения в оптическом волокне от массы груза для разработанного ВОД массы на основе макроизгиба, подтвержденной экспериментальными результатами;

- разработку методики определения количества датчиков и минимального расстояния между двумя соседними ВОД на основе макроизгиба оптического волокна, позволяющей создавать и определять характеристики квазираспределенной системы охраны на одномодовом волокне, реализуемой в диапазоне длин волн от 1310 до 1625 нм, мощностей импульсного оптического излучения от 0,5 до 5 мВт и длительностей оптических импульсов от 3 до 1000 нс;

- разработку методики определения длины волны распространяющегося в оптическом волокне излучения без разрыва этого волокна или отключения его от конечного получателя информации, заключающейся в формировании двух макроизгибов (радиусом 2 и 9 мм) и отличающейся от существующих измерением мощности излучения, снимаемого с боковой поверхности оптоволокна в области макроизгибов и позволяющей проводить измерения длины волны оптического излучения в диапазоне от 1310 до 1625 нм.

Официальный оппонент,  
профессор кафедры  
«Лазерная техника и технология»  
Белорусского национального  
технического университета,  
доктор технических наук,  
профессор

Н.К. Артюхина

