

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по научной и инновационной работе  
ИПФ НАН Беларуси, к.ф.-м.н.



А.С. Гаркун

2024 г.

## ОТЗЫВ

оппонирующей организации  
на диссертационную работу Лукашик Татьяны Михайловны  
«Датчики на основе макроизгиба оптического волокна для контроля  
параметров окружающей среды, объектов и изделий»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды,  
веществ, материалов и изделий

### **Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки**

Диссертация посвящена исследованию влияния макроизгибов оптического волокна на мощность проходящего и ответвленного оптического сигнала, разработке и созданию датчиков и устройств на основе макроизгиба оптического волокна для контроля параметров окружающей среды, объектов и изделий и созданию из совокупности разработанных элементов 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 больших расстояниях в различных условиях.

Область исследования диссертации, ее цель и полученные результаты соответствуют отрасли «Технические науки» и специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» по пункту 2. Разработка приборов, систем контроля и автоматизированных контрольно-измерительных комплексов, в том числе с применением комбинированных методов и средств контроля и технической диагностики.

### **Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости**

Научный вклад соискателя состоит в установлении зависимостей затухания мощности оптического сигнала от геометрических параметров макроизгиба оптического волокна и длины волны оптического излучения и разработке на их основе ряда оптоволоконных датчиков для контроля различных параметров.

Новизну, научную и практическую значимость диссертации подтверждают 5 статей, опубликованных в научных журналах из перечня ВАК Республики Беларусь, 2 патента Республики Беларусь на изобретение, 3 акта о внедрении результатов диссертационной работы.

### **Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень**

Диссертационная работа содержит научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук:

– экспериментально выявленные зависимости ответвленной мощности оптического излучения с участка оптического волокна, подвергнутого макроизгибу в диапазоне радиусов от 2,5 мм до 10 мм, для длин волны оптического излучения 1310, 1490, 1550 и 1625 нм, позволившие создать волоконно-оптический пожарный датчик с одновременным выполнением мониторинга температуры и задымления, возможностью контроля целостности оптического волокна и функцией самовосстановления после восстановления природных факторов до исходных, позволяющими его использовать в пожароопасных условиях;

– методика определения количества волоконно-оптических датчиков и минимального расстояния между двумя соседними датчиками на основе использования макроизгиба оптического волокна, позволившая создавать квазираспределенные системы на одномодовом оптическом волокне и реализуемая для длин волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм, диапазона мощностей импульсного оптического излучения от 0,5 до 5 мВт и длительности оптических импульсов от 3 до 1000 нс;

– методика определения длины волны оптического излучения, распространяющегося в оптическом волокне, без разрыва и отключения информационного канала, заключающаяся в формировании двух макроизгибов и отличающаяся от существующих измерением мощности излучения, снимаемого с боковой поверхности оптического волокна в области макроизгибов, позволяющая проводить измерения длины волны оптического излучения в диапазоне от 1310 до 1625 нм;

– экспериментально выявленная зависимость амплитуды оптического импульса, отраженного торцом одномодового оптического волокна, от радиуса макроизгиба в виде одного витка, полученная для интервала радиусов макроизгиба от 5 до 30 мм и длин волн оптического излучения 1310 и 1625 нм, позволившая создать волоконно-оптический датчик для дистанционного контроля превышения температуры, отличающийся от известных технологичностью и расстоянием от одного до 50 км.

Предложены конструкции волоконно-оптических датчиков и систем и принципы применения их в квазираспределенных системах для контроля окружающей среды, объектов и изделий.

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

Диссертационная работа Лукашик Т.М. содержит полученные самостоятельно новые экспериментальные результаты в области волоконно-оптических систем контроля, позволившие предложить конструкции волоконно-оптических датчиков и принципы организации квазираспределенных волоконно-оптических систем для контроля окружающей среды в области пожарной безопасности и предупреждения проникновения на охраняемую территорию, и является завершенным авторским исследованием, соответствующим требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Научная квалификация соискателя соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

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

Результаты исследований, полученные в диссертационной работе, могут быть использованы в области обеспечения безопасности охраняемых объектов, для коммутации оборудования, каналов и потока данных, а также адаптации работы с различными типами волоконно-оптических кабелей, для контроля параметров оптического излучения. В частности, могут быть полезными при мониторинге противопожарной безопасности, при мониторинге нарушения периметра охраняемого объекта на больших расстояниях (до 50 км), и в применении для наладки, пуска, эксплуатации и профилактических измерений параметров волоконно-оптических линий связи, в качестве узлов системы определения угла поворота вращающихся объектов.

## Замечания по диссертационной работе

1. В главе 1 недостаточно четко поставлена цель исследования и решаемые задачи, отмечено только, что «в настоящее время в полной мере не определены параметры макроизгибов, влияющих на величину оптического сигнала в ОВ...» и «принципы построения амплитудных волоконно-оптических датчиков на основе макроизгиба в настоящее время недостаточно разработаны». Следовало больше внимания уделить анализу известных результатов исследований и разработок волоконно-оптических датчиков на основе макроизгиба на основании не только русскоязычных и переводных, но и зарубежных публикаций.

2. В диссертационной работе, включая научную новизну, положения, выносимые на защиту, и заключение, следовало бы отразить физическую сущность процессов, имеющих место при распространении оптического излучения на участке волновода, имеющем изгиб. Хотя в п.1 заключения сказано, что «определены физические процессы затухания мощности оптического сигнала», по существу эти процессы только перечислены в главе 1. Желательно было бы провести качественную или количественную оценку степени влияния конкретных процессов на характер полученных экспериментальных зависимостей.

3. В п.1. научной новизны указано впервые предложенное математическое выражение, определяющее зависимость затухания мощности оптического излучения в оптическом волокне от массы груза для разработанного волоконно-оптического датчика массы на основе макроизгиба, однако данное математическое выражение отсутствует среди положений, выносимых на защиту.

4. В тексте автореферата информация местами представлена излишне подробно, например, зачем-то приведен вывод простой формулы для расчета количества датчиков, полностью приведены некоторые таблицы с данными экспериментов вместо краткого изложения полученного результата.

5. Экспериментальные исследования в работе выполнены на оптоволокне нескольких марок, однако не приведены данные, характеризующие внутреннюю структуру и оптические свойства этих оптоволокон, и не проведен анализ влияния данных характеристик на полученные зависимости, что представляет как научный, так и практический интерес. Отмечено лишь, что отличия полученных экспериментальных зависимостей для различных марок оптоволокон «связано с тем, что данные волокна имеют различную внутреннюю структуру и, следовательно, различную восприимчивость к макроизгибу» (с.63.).

6. По тексту диссертации и автореферата, в том числе в положениях, выносимых на защиту, и в заключении, указывается диапазон используемых длин волн оптического излучения от 1310 до 1625 нм, хотя проведено исследование сугубо для дискретных длин волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм, которые соответствуют т.н. «окнам прозрачности», т.е. характеризуются низким затуханием.

7. В главе 4 при разработке конструкций датчиков было бы желательно рассмотреть вопрос влияния многократных деформаций оптоволокна на его механические и оптические свойства и связанную с этим возможность отказа датчика.

8. В главе 4 описание конструкции датчиков изложено излишне детально, при необходимости эту информацию можно было вынести в Приложение.

9. В тексте диссертации встречаются неудачные и неясные формулировки, например: (с.36) «вводимый сигнал должен быть достаточно максимальной мощности», «импульсы ... должны быть по возможности минимальными» (минимальной длительности?); (с.62) «на характеристики квазираспределенной системы оказывает влияние и длительность зондирующих импульсов ..., от длительности которой зависит минимально возможное расстояние...» и др.

Несмотря на указанные замечания, полученные диссертантом результаты обладают практической и научной ценностью и соответствуют требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

### **Заключение**

Диссертационная работа «Датчики на основе макроизгиба оптического волокна для контроля параметров окружающей среды, объектов и изделий» полностью отвечает требованиям Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Лукашик Т.М. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» за разработку и создание датчиков и устройств на основе макроизгиба оптического волокна для контроля параметров окружающей среды, объектов и изделий.

Доклад Лукашик Т. М. и проект отзыва оппонировавшей организации, подготовленный экспертом к.т.н. Асадчей М.В., заслушаны и обсуждены на

заседании научного собрания ИПФ НАН Беларуси, состоявшемся 10 декабря 2024 г.

В заседании приняли участие 17 человек, из них 13 человек с ученой степенью, в том числе 4 доктора наук и 9 кандидатов наук.

Результаты открытого голосования членов собрания, имеющих ученую степень: «за» - 13, «против» - нет, «воздержались» - нет. Протокол заседания №3 от 10 декабря 2024 г.

Председатель научного собрания

Заместитель директора  
по научной и инновационной работе  
ИПФ НАН Беларуси, к.ф.-м.н.



А.С. Гаркун

Эксперт

ученый секретарь ИПФ НАН Беларуси,  
к.т.н.



М.В. Асадчая

Секретарь научного собрания  
ведущий научный сотрудник лаборатории  
вычислительной диагностики  
ИПФ НАН Беларуси, к.т.н., доцент



В.Н. Бусько