

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК \_\_\_\_\_

Белятко  
Алексей Леонидович

Волоконно-оптические системы противопожарной сигнализации

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии

по специальности 1-45 81 01 «Инфокоммуникационные системы и сети»

---

Научный руководитель

Урядов Владимир Николаевич

кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2016 г.

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время потребность в волоконно-оптических датчиках постоянно растет в связи с активным развитием автоматизированных систем контроля и управления, внедрением новых технологических процессов, переходом к гибким автоматизированным производствам.

В сравнении с другими типами датчиков, волоконно-оптические датчики обладают высокой надёжностью, долговечностью, стабильностью, небольшой массой, малыми габаритами и энергопотреблением, совместимостью с микроэлектронными устройствами обработки информации при низкой трудоемкости изготовления и небольшой стоимости.

Современные волоконно-оптические датчики позволяют измерять почти все параметры. Например: давление, температуру, расстояние, положение в пространстве, ускорение, колебания, массу, звуковые волны, уровень жидкости, деформацию, коэффициент преломления, электрическое поле, электрический ток, магнитное поле, концентрацию газа, дозу радиационного излучения.

Волоконно-оптические датчики можно разделить по принципу применения в них оптического волокна на датчики, в которых оптическое волокно используется в качестве линии передачи, и датчики, в котором оно используется в качестве чувствительного элемента.

Типичными случаями применения волоконно-оптических датчиков являются сферы, связанные с безопасностью, например, системы пожарного оповещения в автомобильных, железнодорожных или сервисных туннелях; термический контроль силовых кабелей и воздушных линий передач для оптимизации производственных отношений; повышение эффективности нефтяных и газовых скважин; обеспечение безопасного рабочего состояния промышленных индукционных плавильных печей; контроль герметичности контейнеров со сжиженным природным газом на судах в разгрузочных терминалах; обнаружение утечек на плотинах и запрудах; контроль температуры при химических процессах; обнаружение утечек в трубопроводах.

В данной магистерской диссертации используются методы волоконно-оптической рефлектометрии, основанные на регистрации и анализе сигналов обратного релеевского рассеяния, возникающих при распространении излучения по волокну, которые находят в настоящее время широкое применение по диагностике волоконно-оптических линий связи, контроле параметров оптических волокон и кабелей, в научных исследованиях. На их основе разработаны и серийно выпускаются приборы – рефлектометры, позволяющие измерять распределение потерь в волоконно-оптических линиях длиной в сотни километров с сантиметровым разрешением и обеспечивающие точность измерений потерь в сотые доли децибел. Дальнейшее развитие методов привело к идее создания и успешной разработке распределенных волоконно-оптических датчиков, в которых световод используется в качестве элемента чувствительного к воздействию различных физических величин и полей. Регистрируемой величиной в таких системах является изменение

свойств рассеянного излучения (амплитуды, фазы, спектра, поляризации), происходящие под воздействием этих величин и полей.

Актуальность темы заключается в необходимости синтезировать систему противопожарной сигнализации, которая могла бы функционировать на сложных промышленных предприятиях, в нефте-химическом или газовом производстве.

Данная противопожарная сигнализация предназначена для работы в условиях агрессивных воздействий внешней среды и электромагнитных помех, где установка и работа других типов датчика не представляется возможным.

Библиотека БГУИР

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Волоконно-оптические датчики в настоящее время являются одной из наиболее динамично развивающихся областей оптоэлектроники. За последние 30 лет произошел стремительный переход от простейших конструкций волоконно-оптических датчиков температуры и давления к созданию широкой номенклатуры датчиков физических величин. К преимуществам волоконно-оптических датчиков можно отнести малые размеры, устойчивость к агрессивным воздействиям окружающей среды и к электромагнитным помехам, высокую чувствительность, дистанционность измерений и возможность мультиплексирования отдельных датчиков в сложные измерительные системы, технологичность производства и потенциально низкую стоимость.

Волоконно-оптические датчики имеют большие перспективы для применения их в автоматизированных системах управления сложными технологическими процессами и объектами, контроле и мониторинге окружающей среды, в энергетике, машиностроении и т.д.

Устойчивость волоконных световодов по отношению к воздействию агрессивных сред выгодно отличает волоконно-оптические датчики от традиционно известных измерительных устройств, используемых в химических отраслях.

Протяженные природные объекты, а также большие инженерные конструкции типа мостов, тоннелей, дамб, нефтяных скважин и терминалов, газопроводов, нефтепроводов, подводных объектов, жилых и промышленных зданий и сооружений имеют большие размеры (от сотен метров до нескольких десятков километров). Применение традиционных датчиков для их мониторинга создает множество проблем, связанных с необходимым количеством датчиков, их оптимальным размещением, возникающими шумами от их взаимного влияния и случайного воздействия окружающей среды, электромагнитных помех и т.д. В то же время мультиплексные и распределенные системы волоконно-оптических датчиков позволяют относительно просто решить большую часть вышеназванных проблем.

Актуальность темы заключается в острой потребности синтезировать такую систему противопожарной сигнализации, которая могла бы функционировать на сложных промышленных объектах, таких как нефтяное или газовое производство, и предназначена для работы в условиях агрессивных воздействий внешней среды и электромагнитных помех, где установка и работа других типов датчика просто не представляется возможным.

На сегодняшний день единственным возможным вариантом реализации такой системы противопожарной сигнализации являются средства, основанные на оптических эффектах в закрытом пространстве и оптическом волокне.

Цель данной магистерской диссертации состоит в синтезе системы противопожарной сигнализации на основе волоконно-оптических технологий, которая использует оптическое волокно в качестве чувствительного элемента.

В соответствии с поставленной целью были определены и решены следующие задачи:

1. Рассмотрена классификация волоконно-оптических датчиков;
2. Сделан обзор существующих ВОД температуры и распределенных систем контроля противопожарной сигнализации;
3. Синтезирована волоконно-оптическая система противопожарной сигнализации;
4. Произведен выбор распределенного датчика системы противопожарной сигнализации;
5. Произведен расчет температурной чувствительности распределенного датчика противопожарной сигнализации.

Информационной базой исследования послужили материалы специализированных изданий, монографий и периодической печати, опубликованные результаты научных исследований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** дается краткая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы ее цель, практическая значимость, научная новизна и основные этапы исследований.

**Глава 1** В данной главе приведена классификация волоконно-оптических датчиков. Произведен обзор ВОД температуры, распределенных ВОД, дана характеристика систем противопожарной сигнализации на основе волоконно-оптических технологий.

В **Главе 2** Произведен синтез волоконно-оптической системы противопожарной сигнализации. Рассмотрено вынужденное комбинационное рассеивание. Изложены технические требования к ВОС противопожарной сигнализации. Описана волоконно-оптическая система противопожарной сигнализации, принцип ее действия и функциональные узлы. Произведен выбор распределенного датчика системы противопожарной сигнализации.

В **Главе 3** произведены расчеты температурной чувствительности распределенного датчика противопожарной сигнализации. Дана оценка динамического диапазона, определена точность регистрации изменения затухания. Была произведена оценка пространственного разрешения системы противопожарной сигнализации.

В **Заключении** диссертации сформулированы основные результаты выполненной работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над магистерской диссертацией была синтезирована система противопожарной сигнализации на основе волоконно-оптических технологий. Разработанная система актуальна и востребована, что подтверждается большим количеством аналогов, широким спектром применения, высокой точностью и надёжностью работы подобных систем. При этом получены следующие результаты:

1. Дан обзор и анализ существующих волоконно-оптических датчиков и систем противопожарной сигнализации на основе волоконно-оптических технологий. Описаны технологии, применяемые при построении волоконно-оптических систем. Установлено, что волоконно-оптические датчики находят широкое применение в системе противопожарной сигнализации. К главным достоинствам волоконно-оптических систем следует отнести их невосприимчивость к электромагнитным излучениям, а также высокую электробезопасность.

2. В ходе выполнения магистерской диссертации произведен синтез волоконно-оптической системы противопожарной сигнализации.

3. При разработке структурной схемы системы противопожарной сигнализации на основе волоконно-оптических технологий были учтены все требования к системам данного класса и назначения.

4. Сделан выбор распределенного датчика системы противопожарной сигнализации на основе волоконно-оптических технологий в соответствии с требованиями, предъявляемыми к распределенным датчикам в заданных условиях.

5. Проведены необходимые расчеты для подтверждения правильности принятых решений: расчет температурной чувствительности распределенного датчика, расчет динамического диапазона системы; расчет точности регистрации температурного изменения затухания; расчет пространственного разрешения системы; дана оценка требуемой полосы приемника.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. А.Л. Белятко, Н.Н. Сергеев. Применение оптоволокна для распределенного контроля температуры. Материалы 51-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. Минск, БГУИР 2015 г.

2. Н.Н. Сергеев, А.Л. Белятко. WDM-PON как следующее поколение пассивных оптических сетей. Материалы 51-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. Минск, БГУИР 2015 г.

Библиотека БГУИР