

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Кривошеева Антона Ивановича «Автоматизация технологического процесса измерения бриллюэновского сдвига частоты в оптических волокнах в условиях промышленного производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность темы

В настоящее время волоконно-оптические датчики получают применение для решения широкого круга задач. Одним из важных аспектов практического применения подобных датчиков является потребность в оптических волокнах с требуемыми передаточными характеристиками и показателями надежности. Для ряда приложений требуется применение специализированных оптических волокон, сохраняющих поляризацию излучения. Высокая сложность технологии производства подобных волокон накладывает ограничения на максимальную протяженность изготавливаемых анизотропных световодов с требуемыми характеристиками и, как следствие, на их применение в составе высокоточных распределенных датчиков. Таким образом, важной задачей является контроль качества оптических волокон с сохранением поляризации в процессе их производства. В качестве одного из возможных решений данной задачи можно выделить использование рефлектометрических методов на основе явления рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Известно, что сдвиг частоты Бриллюэна зависит от температуры и механического напряжения в оптическом волокне и, следовательно, может быть использован для оценки его качества. Для эффективного применения данного подхода при производстве оптического волокна требуется разработка эффективных методов и алгоритмов анализа характеристик бриллюэновских рефлектометров с учетом специфики анизотропных световодов.

Таким образом, тема диссертационной работы Кривошеева А.И., посвященной автоматизации процесса контроля качества оптических волокон методом распределенной бриллюэновской рефлектометрии, является актуальной и практически значимой.

Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, включающего 140 наименований и 1 приложения. Объем работы составляет 122 страницы, включая 47 рисунков.

Во введении обоснована актуальность представленной работы, сформулированы цель и задачи. Раскрыта научная новизна и практическая значимость, а также представлены положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору современного состояния проблемы разработки автоматизированных систем контроля качества производства специализированных оптических волокон. Особое внимание уделено методам бриллюэновской рефлектометрии и способам повышения точности детектирования бриллюэновского сдвига частоты в оптических волокнах.

Вторая глава посвящена вопросу моделирования вынужденного рассеяния Манделъштама-Бриллюэна в специальных волоконных световодах. Продемонстрирован алгоритм, позволяющий спрогнозировать точность определения температур и деформаций при использовании специальных оптических волокон в составе распределенного волоконного датчика. Обоснована необходимость разработки нового метода обработки бриллюэновских спектров рассеяния.

В третьей главе представлен разработанный автором метод обратной корреляции, который позволяет с высокой точностью детектировать положение максимума бриллюэновского спектра в условиях высокой зашумленности и дефектов в спектре. Приведены результаты сравнения точности метода с известными в литературе и практике подходами.

Четвертая глава посвящена разработке автоматизированной системы измерения бриллюэновского сдвига в специальных оптических волокнах на основе нейросетевого алгоритма, позволяющего дополнительно повысить точность детектирования сдвига спектра бриллюэновского рассеяния.

В заключении приведены итоговые результаты работы.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Научная новизна диссертационной работы

Разработанный метод обработки спектров бриллюэновского рассеяния отличается использованием обратно-корреляционного алгоритма, что позволяет эффективно определять положение максимума спектра при низких уровнях отношения сигнал/шум, а также при наличии дефектов оцифровки. Предложенная методика оценки точности методов позволила оценить оптимальные условия для использования различных алгоритмов детектирования максимума бриллюэновского спектра.

Практическая и теоретическая значимость результатов работы

Практическая значимость заключается в разработанных методах и алгоритмах обработки спектров бриллюэновского рассеяния, которые позволяют проводить измерения оптических волокон в областях, близких к границам динамических диапазонов используемых приборов. Своевременный контроль фрагментов оптических волокон при помощи автоматизированной системы позволяет сократить время технологического контроля изделий, что подтверждено соответствующим актом.

Предложенные в работе рекомендации могут быть использованы не только для контроля готовых оптических волокон, но и для создания новых типов распределенных волоконных датчиков.

Достоверность научных результатов и обоснованность выводов

Достоверность представленных в работе результатов подтверждается корректным использованием теоретических и экспериментальных методов исследования, апробацией в ведущих рецензируемых журналах, а также выступлениями на международных и всероссийских конференциях.

Замечания

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. В названии главы 2 следовало указать модель погрешности определения какого параметра вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна разрабатывается.

2. В формуле 20 на стр. 56 требуют расшифровки параметр n и функция N .

3. Требуется пояснения вывод формулы (23) на стр. 57, используемой для расчета ошибки детектирования, а также целесообразно было указать, какие значения параметра η в этой формуле принимаются при моделировании в разделе 2.2.

4. В качестве выходных данных математической модели было бы оптимально иметь не только зависимость отношения сигнал/шум от длины линии, но и ошибку разделения вклада температуры и деформации в сдвиг спектра рассеяния Мандельштама-Бриллюэна.

5. Данные по абсолютным ошибкам определения температуры, представленные на рис. 4.5, целесообразно было представить в более информативной форме, например по результатам статистической обработки.

6. В тексте диссертационной работы присутствуют опечатки и некоторые недочеты оформления.

Отмеченные недостатки не снижают ее научной и практической ценности и носят частный характер.

Соответствие диссертационной работы указанной специальности

Диссертационная работа Кривошеева Антона Ивановича по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами: пункту № 4 – «Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация»; пункту № 8 – «Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки

данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.» и пункту № 20 – «Разработка автоматизированных систем научных исследований».

Заключение

Диссертационная работа Кривошеева Антона Ивановича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне. Работа имеет практическую и теоретическую значимость. Поставленные в работе цели и задачи выполнены, а результаты достигнуты. Защищаемые положения и выводы обоснованы и достоверны.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакциях от 21.04.2016 № 335 и 12.10.18 № 1168), а ее автор, Кривошеев Антон Иванович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент



Дашков Михаил Викторович

«05» декабря 2022 г.

Собственноручную (ые) подпись (и) <i>Дашков М.В.</i>
заверяю: начальник ОДО ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» <i>Дашков М.В.</i> 05.12.2022



Дашков Михаил Викторович, к.т.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой «Линии связи и измерения в технике связи» ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
443090, г. Самара, Московское шоссе, 77

Телефон: +7 (903) 335-22-14

E-mail: dashkov@psuti.ru

Наименование научной специальности, по которым была защищена кандидатская диссертация: 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций