

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Ткаченко Алины Юрьевны «Разработка и исследование устройств опроса волоконно-оптических датчиков на основе самосканирующего волоконного лазера», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в специализированный совет Д 003.005.02 при Институте автоматике и электрометрии СО РАН по специальности 1.3.6 – Оптика.

В последние несколько десятилетий происходит стремительное развитие волоконной оптики в различных областях науки и практических приложений. В частности, волоконно-оптические датчики широко применяются для наблюдения за состоянием различных сооружений и агрегатов. Из них, наиболее широко используемыми являются волоконные брэгговские решетки (ВБР), для которых предложено множество различных схем опроса, демонстрирующих использование ВБР для измерения температуры и/или деформации. Как правило, известные схемы основаны на использовании широкополосных источников излучения в паре с анализаторами спектра или перестраиваемого по длине волны лазера в связке с фотодетекторами. В связи с этим, разработка и исследование новых типов перестраиваемых лазеров для их последующих практических применений является важной научно-технической задачей. В работе предложен и исследован новый тип перестраиваемых лазеров – волоконный лазер с самоиндуцированным сканированием длины волны генерации, или кратко самосканирующий. Несомненным преимуществом такого типа перестраиваемых лазеров является простота схемы, поскольку перестройка длины волны генерации наблюдается без применения перестраиваемых элементов, а также уникальные характеристики выходного излучения (в частности, малая ширины лазерной линии). Всё это позволяет им не только быть интересной областью исследования, но конкурировать с классическими перестраиваемыми лазерами в ряде практических применений.

Новизна области исследования накладывает необходимость исследования ряда проблем, связанных с мало изученной природой эффекта самосканирования. В частности, отсутствие строгой временной эквидистантности импульсов самосканирующего лазера генерации и большие флуктуации границ диапазона перестройки длины волны требуют специальных методов стабилизации и обработки сигналов. Поэтому поставленные цель и задачи по исследованию и разработке самосканирующего лазера и созданию схем опроса ВОД на его основе систем являются актуальными.

Практическая ценность данной диссертационной работы заключается в том, что исследованные в ней методы оптимизации характеристик самосканирующего лазера позволили впервые продемонстрировать применение такого типа лазеров в схемах опроса массивов ВБР.

Диссертационная работа состоит из Введения, трех глав, Заключения и списка литературы. Во Введении приведен обзор публикаций, обоснована тема диссертации и ее актуальность, сформулированы цели и задачи исследования, защищаемые положения, представлена структура диссертации.

В Главе I посвящена исследованию способов оптимизации схемы самосканирующего волоконного лазера, с целью использования его далее в качестве простого источника перестраиваемого излучения для схемах опроса массивов ВБР. Приведены результаты исследования влияния характеристик элементов схемы лазера (длины активного волокна и общих потерь в резонаторе) на спектральный диапазон сканирования. Также, продемонстрированы методы управления областью сканирования с помощью изменения температуры активного волокна и длины волны накачки.

В Главе II предложены два метода стабилизации границ диапазона сканирования. Методы стабилизации основаны на использовании узкополосных селекторов в виде ВБР, добавленных в резонатор лазера. В первом методе узкополосные селекторы расположены со стороны слабоотражающего зеркала резонатора и создают слабую узкополосную в обратную связь. Второй метод предлагает располагать узкополосные селекторы со стороны плотного зеркала резонатора. Оба метода позволяют существенно повысить предсказуемость перестройки длины волны генерации волоконных самосканирующих лазеров, что особенно важно для дальнейших практических применений.

Глава III посвящена практической демонстрации применения самосканирующего волоконного лазера в качестве перестраиваемого источника в двух схемах опроса массивов ВБР. Первая схема устройства опроса ВБР со спектральным разделением каналов была апробирована на массиве ВБР, одна из которых подвергалась нагреву. Полученная зависимость сдвига длины волны отражения ВБР вследствие нагрева находятся в согласии с аналогичной зависимостью, полученной с помощью анализатора спектров, что говорит о достоверности полученных результатов. Вторая схема опроса основана на схеме когерентного частотного рефлектометра. В этой схеме также было продемонстрировано измерение температуры ВБР, как попадающих, так и не попадающих в область перестройки самосканирующего лазера с возможностью спектрального и пространственного разделения отдельных ВБР.

В Заключении представлены основные результаты диссертационной работы.

Результаты проведенных исследований являются достоверными, поскольку получены с использованием апробированных экспериментальных методов и подтверждены теоретическими расчетами.

В работе получен ряд новых результатов. К их числу можно отнести следующие:

- Предложены и экспериментально продемонстрированы методы оптимизации характеристик волоконного самосканирующего лазера с целью получения максимального диапазона сканирования и снижения флуктуаций границ диапазона сканирования.
- Предложены и экспериментально реализованы подходы обработки сигналов в оптических схемах на основе импульсных самосканирующих волоконных лазеров.
- Продемонстрировано использование волоконного лазера в качестве перестраиваемого источника излучения для схем опроса ВБР как со спектральным, так и со спектрально-пространственным разделением. В частности, показана возможность применения схем опроса ВБР на основе самосканирующего лазера для измерения температуры.

Замечания по диссертационной работе:

- 1) В первом защищаемом положении не приведены физические причины, которые могли бы привести к нарушению связи области перестройки длины волны с максимумом спектра усиления.
- 2) В работе приводятся методы стабилизации, которые позволяют существенно снизить флуктуации значений границ диапазона самосканирования. Однако, в предложенных схемах работы они не используются.
- 3) В работе не показано сравнение характеристик разработанных схем опроса ВБР на основе самосканирующего лазера с коммерческими аналогами.
- 4) В главе 1 диссертации говорится об увеличении диапазона сканирования до 21 нм, а в главе 3 говорится о «полученном диапазоне сканирования 18 нм». Расхождение значений в диссертации не объяснено.
- 5) В обозначении и подписях некоторых рисунков содержатся ошибки: рисунки 10-13, 17, 19 содержат литеру, хотя не являются составными; рисунок 19 показывает зависимость от длины волны, хотя ось абсцисс подписана как «температура».

- 6) В автореферате диссертации в подписи к рисунку 1 данные обозначены как «черные квадраты» и «красные точки», хотя сам автореферат распечатан в черно-белом варианте.
- 7) В автореферате диссертации ссылки на рисунок 3а располагаются раньше рисунка 1.


Однако указанные недостатки не снижают общей высокой оценки уровня работы и значения представленных в диссертации результатов. Выводы и положения, являются результатом обобщения экспериментального материала и теоретических выкладок. Материалы диссертации докладывались на многочисленных конференциях и опубликованы в ведущих журналах по оптике и лазерной физике. Автореферат и публикации по теме диссертации полностью отражают ее содержание.

Заключение

Диссертация А. Ю. Ткаченко «Разработка и исследование устройств опроса волоконно-оптических датчиков на основе самосканирующего волоконного лазера» удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, удовлетворяет критериям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Ткаченко Алина Юрьевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика.

21.12.2022

Профессор кафедры Лазерных систем,
доктор физико-математических наук
по специальности 01.04.21 – лазерная
физика, профессор



Дмитриев
Александр Капитонович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»,
630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20

Тел +7 913 937 7139

e-mail: alexander_dmitriev@ngs.ru

Подпись А.К.Дмитриева заверяю
Ученый секретарь НГТУ
д.т.н., профессор



Шумский
Геннадий Михайлович