

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Новосибирский национальный
исследовательский государственный
университет»



Академик РАН, профессор

М.П. Федорук

«10» декабря 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Симонова В. А.

«Разработка и применение отражательных интерферометров
на основе тонкой металлической пленки
для селекции мод волоконных лазеров»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.05 — «Оптика»

Диссертационная работа Симонова Виктора Александровича посвящена проблеме селекции мод излучения волоконных лазеров. Актуальность задачи обусловлена тем, что волоконные источники одночастотной генерации, перестраиваемые в широком спектральном диапазоне, требуются для большого количества прикладных задач: для лазерной спектроскопии высокого разрешения, для сенсорных применений, например, для опроса массива волоконных брэгговских решеток, в оптической рефлектометрии в частотной области, и других. При этом зачастую сложно одновременно добиться быстрой перестройки в широком диапазоне и одночастотной генерации в рамках одного подхода. Например, волоконные лазеры с распределенной обратной связью и лазеры с распределенными брэгговскими отражателями на основе легированных эрбием и иттербием волокон (излучающие в области 1,5 мкм) позволяют получать генерацию с шириной линии менее 10 кГц и частоту сканирования порядка 10 кГц, однако диапазон перестройки длины волны при этом составляет всего лишь десятки мегагерц. Перестройка таких лазеров на диапазон, сравнимый с шириной области усиления активной среды — 10 нм и более — также возможна за счет растяжения или сжатия световода, но длительность одного сканирования во всем диапазоне перестройки становится порядка секунды, что приемлемо не для всех применений. Существует также метод вращающейся дифракционной решетки, позволяющей в широком

спектральном диапазоне получать одночастотную перестройку. Однако такая конструкция достаточно сложна, так как содержит механически подвижные дорогостоящие компоненты, и не позволяет создавать полностью волоконные схемы. В работе исследуется волоконный вариант отражательного интерферометра, с помощью которого преодолеваются указанные выше недостатки традиционных методов селекции мод.

Диссертационная работа содержит 99 страниц, включая 42 рисунка, и состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы (109 наименований).

Во введении описывается область проведения исследований, выполнен обзор литературы, определены цели и задачи диссертации. Сформулированы актуальности, новизна и практическая значимость. Приводится информация о количестве публикаций автора по теме диссертационного исследования. В конце введения сформулированы защищаемые положения.

Первая глава посвящена теоретическому описанию свойств отражательных интерферометров. Приведено описание аппаратной функции прибора в приближении плоских волн, на основе чего продемонстрированы основные свойства. Описан матричный метод моделирования многослойных металл-диэлектрических структур, с применением которого показаны особенности работы отражательных интерферометров с тонкой металлической пленкой. Дополнительно обсуждается и численно оценивается влияние качества сопряжения объемного отражательного интерферометра с волоконным световодом на аппаратную функцию в отражении прибора. Сформулированы условия на получение генерации на одной продольной моде линейного лазерного резонатора с отражательным интерферометром в качестве одного из зеркал.

Во второй главе описывается волоконно-интегрированный отражательный интерферометр — объемный вариант отражательного интерферометра, сопряженный с волоконным световодом. Описываются техники изготовления переднего асимметричного зеркала такого интерферометра и параметры полученного образца. Описываются эксперименты по применению такого объемного интерферометра для перестройки длины волны излучения волоконных эрбиевых лазеров в кольцевой и линейной схемах резонаторов и проводится сравнение результатов этих экспериментов.

Третья глава посвящена волоконным вариантам отражательных интерферометров. Представлен вариант исполнения, в котором интерферометр полностью сформирован на торце оптического волокна методом распыления в вакууме. Для дальнейшего улучшения характеристик реализуется волоконный вариант интерферометра со световедущей базой. Демонстрируется возможность узкополосной фильтрации в отраженном свете с помощью отражательного интерферометра, в котором роль заднего зеркала играет волоконная брэгговская решетка. Для демонстрации возможности практического применения получена одночастотная генерация в волоконном лазере с линейным резонатором и

разработанным волоконным отражательным интерферометром и исследованы характеристики этого лазера.

В заключении приведены основные результаты работы.

К наиболее важным результатам диссертационной работы Симонова В.А. можно отнести следующие:

- Разработан и реализован отражательный интерферометр, позволяющий проводить селекцию мод и перестройку длины волны в волоконных лазерах, продемонстрирована возможность перестройки до 46 нм.
- Разработаны и реализованы компактные отражательные интерферометры, интегрированные с волоконно-оптическими компонентами, представлен узкополосный отражательный фильтр с шириной спектра отражения порядка 0.5 пм
- Получена одночастотная генерация в волоконном лазере с шириной линии порядка 200 кГц с помощью волоконного отражательного интерферометра.

Все результаты, представленные в диссертации, являются новыми. Обоснованность и достоверность результатов не вызывает сомнений. Основные результаты опубликованы в рецензируемых изданиях, в том числе зарубежных, и были представлены на всероссийских и международных конференциях. Результаты сформулированы корректно и являются обоснованными.

Результаты диссертационного исследования могут быть применены для создания узкополосных волоконных лазерных источников, в том числе, с возможностью быстрой и широкополосной перестройки длины волны излучения, для различных применений: от лабораторных (например, спектроскопия), до промышленных (например, волоконные брегговские датчики или оптическая рефлектометрия).

По диссертации можно сделать следующие замечания:

1) в разделе 3.3. следовало бы провести прямые измерения величины поляризационно-зависимых потерь созданного волоконного отражательного интерферометра подтверждения гипотезы, что наблюдаемые поляризационные пики связаны с системой измерения.

2) Для дополнительного подтверждения возможности применения разработанных волоконных отражательных интерферометров следовало провести эксперименты по перестройке длины волны волоконного лазера в линейной схеме по аналогии со схемой, представленной во второй главе для объемного отражательного интерферометра.

Отмеченные недостатки не снижают общей высокой оценки работы и ценности полученных результатов. Диссертационная работа написана грамотно, а автореферат полностью отражает ее содержание.

Диссертационная работа Симонова В.А. «Разработка и применение отражательных интерферометров на основе тонкой металлической пленки для селекции мод волоконных лазеров» выполнена на высоком научном уровне и является завершенной научно-исследовательской работой, полностью отвечает

критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика».

Отзыв составлен доктором физико-математических наук Д.В. Чуркиным на основе обсуждения содержания диссертации на межлабораторном семинаре по фотонике Новосибирского государственного университета, который состоялся 3 декабря 2019 г.

Отзыв подготовил
проректор по научно-исследовательской деятельности НГУ д.ф.-м.н. Д.В.
Чуркин
тел. +7-(383)-363-40-01, e-mail: churkin@nsu.ru
«10» декабря 2019 г.

