

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки ИАиЭ СО РАН

академик РАН

  
А.М. Шалагин

«29» мая 2014 г.



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматки и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН) о диссертации Абдуллиной Софьи Рафисовны «Подавление боковых резонансов в спектре волоконных брэгговских решеток, записанных гауссовым пучком в голографических схемах», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика»

(выписка из протокола семинара «Квантовая оптика» от 24 апреля 2014 г.)

Присутствовали:

д.ф.-м.н. Шалагин А.М. (председатель семинара)

д.ф.-м.н. Плеханов А.И.

д.ф.-м.н. Чаповский П.Л.

д.ф.-м.н. Шапиро Д.А.

д.ф.-м.н. Подивилов Е.В.

д.ф.-м.н. Суровцев Н.В.

д.ф.-м.н. Ильичев Л.В.

д.т.н. Соболев В.С.

к.т.н. Пен Е.Ф.

к.ф.-м.н. Каблуков С.И.

к.ф.-м.н. Белай О.В.

к.ф.-м.н. Сорокин В.А.

и другие сотрудники ИАиЭ СО РАН и ИФП СО РАН.

Слушали: доклад Абдуллиной С.Р. по материалам диссертации «Подавление боковых резонансов в спектре волоконных брэгговских решеток, записанных гауссовым пучком в голографических схемах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика».

В обсуждении приняли участие д.ф.-м.н. Шалагин А.М., д.ф.-м.н. Шапиро Д.А., д.т.н. Соболев В.С., д.ф.-м.н. Плеханов А.И., д.ф.-м.н. Чаповский П.Л., д.ф.-м.н. Подивилов Е.В., к.т.н. Пен Е.Ф., к.ф.-м.н. Белай О.В., к.ф.-м.н. Сорокин В.А., к.ф.-м.н. Перминов С.В.. Вопросы касались сравнения представленных схем записи ВБР, оптимальной формы профиля ВБР и возможности его измерения, условий экспериментов и учета различных факторов. Высказанные замечания касались в основном нечетких формулировок, затрудненного восприятия доклада и графиков в презентации, а также личного вклада.

Диссертация «Подавление боковых резонансов в спектре волоконных брэгговских решеток, записанных гауссовым пучком в голографических схемах» выполнена в лаборатории волоконной оптики ИАиЭ СО РАН. В период подготовки диссертации соискатель Абдуллина Софья Рафисовна работала в ИАиЭ СО РАН в должности младшего научного сотрудника. В 2004 г. окончила магистратуру Новосибирского государственного университета по специальности физика. В 2007 г. окончила аспирантуру Новосибирского государственного университета. Удостоверения о сдаче кандидатских экзаменов выданы в 2014 г. ИАиЭ СО РАН.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Бабин Сергей Алексеевич – работает заведующим лаборатории волоконной оптики ИАиЭ СО РАН.

По результатам рассмотрения диссертации «Подавление боковых резонансов в спектре волоконных брэгговских решеток, записанных гауссовым пучком в голографических схемах» на межлабораторном семинаре Учебно-научного центра «Квантовая оптика» ИАиЭ СО РАН принято следующее заключение:

### **Актуальность работы**

В настоящее время одним из ключевых элементов волоконной оптики являются волоконные брэгговские решетки (ВБР), это обусловлено их уникальными спектральными свойствами, полностью волоконным исполнением, малыми вносимыми потерями. Конкретные применения ВБР налагают определенные требования на форму спектра отражения, которая определяется профилем показателя преломления решетки. Одним из общих требований является отсутствие боковых резонансов, что достигается плавным изменением амплитуды модуляции и выравниванием среднего значения наведенного показателя преломления вдоль решетки. К моменту начала выполнения работы было разработано и реализовано множество методов записи ВБР с подавленными боковыми резонансами, использующих сканирование, и потому технически достаточно сложных. Исходя из этого, цель работы Абдуллиной С.Р. формулировалась как разработка технически несложных голографических методов записи ВБР с подавленными боковыми резонансами в спектре отражения без использования сканирования.

Для достижения этой цели перед Абдуллиной С.Р. были поставлены следующие задачи: оптимизация параметров лазера для записи ВБР (расчет и реализация); разработка методов характеристики решеток (расчет и сравнение с экспериментом); сравнение голографических методов записи (схемы с фазовой маской и интерферометром Ллойда) и исследование возможностей аподизации при использовании гауссова пучка в данных схемах; исследование характеристик и сравнение аподизированных решеток в разных схемах.

### **Личное участие соискателя**

В ходе выполнения работ Абдуллина С.Р. принимала активное участие в выборе направления исследований и постановке задач, проведении экспериментов, обработке результатов и их обсуждении, подготовке статей для публикации. При выполнении диссертационной работы Абдуллина С.Р. проявила себя квалифицированным научным работником, способным самостоятельно решать сложные задачи и проводить исследования на высоком уровне.

### **Новизна**

В диссертации получены следующие основные научные результаты:

1. Для реализации интерференционных схем записи ВБР созданы источники когерентного УФ излучения, использующие удвоение частоты аргонового лазера в кристалле ВВО. В схеме удвоения частоты во внешнем резонаторе впервые получена УФ генерация с длиной волны 244 нм мощностью  $\sim 30$  мВт с длиной когерентности  $l \sim 10$  м. В схеме внутррезонаторного удвоения частоты мощность УФ излучения достигает 1 Вт при длине когерентности  $\sim 3$  см, что удовлетворяет требованиям к излучению для записи ВБР. Увеличение мощности достигнуто за счет увеличения апертуры основного пучка в разрядной трубке.
2. Предложен и реализован простой метод подавления боковых резонансов в спектре отражения ВБР до уровня  $< -20$  дБ в схеме записи с фазовой маской за счет дополнительной засветки записанной с помощью фазовой маски ВБР гомогенным гауссовым пучком на расстоянии порядка его радиуса слева и справа от центра записанной ВБР. Показано, что подавление боковых резонансов в коротковолновой части спектра связано с выравниванием среднего значения наведенного показателя преломления и, соответственно, устранением эффективного резонатора, сформированного краевыми областями решетки.

3. Предложен и реализован метод подавления боковых резонансов в спектре отражения ВБР в схеме записи с фазовой маской путем поперечного перемещения фазовой маски от волокна. Метод позволяет записывать решетки с фиксированной брэгговской длиной волны и сглаженными боковыми резонансами без существенного изменения ширины спектра. В данном методе за счет относительного сдвига центров интерферирующих гауссовых пучков на величину порядка половины радиуса происходит выравнивание среднего значения наведенного показателя преломления в области записываемой ВБР и, соответственно, сглаживание боковых резонансов в коротковолновой области спектра отражения.
4. Предложен и реализован метод подавления боковых резонансов в спектре отражения ВБР, записываемых в области интерференции двух частей гауссова пучка в интерферометре Ллойда. Показано, что данная схема позволяет записывать решетки в широком диапазоне длин волн с подавлением боковых резонансов за счет смещения гауссова пучка относительно оси интерферометра, при котором происходит выравнивание среднего значения наведенного показателя преломления, без существенного влияния на ширину спектра.

### **Степень достоверности результатов**

Все полученные результаты не противоречат известным научным положениям, экспериментальным и теоретическим результатам других работ. Все измерения проводились с помощью точных калиброванных приборов. При изучении спектральных характеристик излучения использовались современные быстрые приборы. Получено хорошее качественное согласие экспериментальных спектров с численными расчетами. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, обоснованы полученными в работе экспериментальными и теоретическими результатами.

### **Практическая значимость**

Результаты диссертации имеют практическую значимость:

1. Созданный в работе источник когерентного УФ излучения используется для записи ВБР для широкого спектра применений.
2. Созданные с помощью разработанных методов записи ВБР с подавленными боковыми резонансами применяются в качестве зеркал различных волоконных лазеров, а также в сенсорных системах.

#### **Соответствие специальности**

Диссертационная работа соответствует специальности 01.04.05 «Оптика», так как область исследования диссертации относится к оптике волоконных световодов.

#### **Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем**

Результаты диссертационной работы достаточно подробно и в полном объеме отражены в 5 опубликованных печатных работах в российских рецензируемых научных журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией:

1. Абдуллина С.Р., Бабин С.А., Власов А.А., Каблуков С.И. Внутррезонаторное удвоение частоты генерации в широкоапертурном аргоновом лазере // *Квантовая электроника* – 2005. – т.35, №9. – с. 857-861.
2. Абдуллина С.Р., Бабин С.А., Власов А.А., Каблуков С.И., Особенности записи волоконных брэгговских решёток гауссовым пучком // *Квантовая электроника* – 2006. – т.36, №10. – с. 966-970.
3. Абдуллина С.Р., Власов А.А., Бабин С.А. Сглаживание спектра волоконных брэгговских решёток в схеме записи с интерферометром Ллойда // *Квантовая электроника* – 2010. – т.40, №3. – с.259-263.
4. Абдуллина С.Р., Немов И.Н., Бабин С.А.. Метод подавления боковых резонансов в спектре волоконных брэгговских решёток за счёт поперечного сдвига фазовой маски относительно волокна // *Квантовая электроника* – 2012. – т.42, №9. – с. 794-798.

5. Абдуллина С.Р., Власов А.А. Методы подавления боковых резонансов в спектре отражения волоконных брэгговских решеток // *Автометрия* – 2014. – т.50, №1. – с.90-104.

На основании вышеизложенного семинар постановил считать диссертационную работу Абдуллиной С.Р. «Подавление боковых резонансов в спектре волоконных брэгговских решеток, записанных гауссовым пучком в голографических схемах» удовлетворяющей требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, и рекомендовать к защите по специальности 01.04.05 «Оптика».

Председатель семинара  
академик РАН



Шалагин А. М.