

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИАиЭ СО РАН,
академик РАН

Шалагин Анатолий Михайлович



Шалагин 2017 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматике и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН)

Диссертация «Непрерывная генерация излучения с длиной волны менее 1 мкм с использованием основной и второй гармоники волоконного ВКР-лазера» выполнена в лаборатории волоконной оптики ИАиЭ СО РАН.

В период подготовки диссертации соискательница Донцова Екатерина Игоревна работала в ИАиЭ СО РАН в должности младшего научного сотрудника.

В 2011 окончила Новосибирский государственный технический университет по специальности «Опготехника».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2017 году ИАиЭ СО РАН.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Каблуков Сергей Иванович, в.н.с. лаборатории волоконной оптики ИАиЭ СО РАН.

Диссертация «Непрерывная генерация излучения с длиной волны менее 1 мкм с использованием основной и второй гармоники волоконного ВКР-лазера» была рассмотрена на межлабораторном семинаре учебно-научного центра «Кватовая оптика» ИАиЭ СО РАН 21 февраля 2017 года.

На семинаре присутствовали:

Шалагин Анатолий Михайлович, акад. РАН, ИАиЭ СО РАН

Бабин Сергей Алексеевич, чл.-корр. РАН, ИАиЭ СО РАН

Суровцев Николай Владимирович, чл.-корр. РАН, ИАиЭ СО РАН

Ильичёв Леонид Вениаминович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Каблуков Сергей Иванович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Плеханов Александр Иванович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Подивилов Евгений Вадимович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Потатуркин Олег Иосифович, д.т.н., ИАиЭ СО РАН
Шапиро Давид Абрамович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН
Злобина Екатерина Алексеевна, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН
Микерин Сергей Львович, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН
Лобач Иван Александрович, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН
Терентьев Вадим Станиславович, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН
Харенко Денис Сергеевич, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН
Симонов Виктор Александрович, ИАиЭ СО РАН
Скворцов Михаил Игоревич, ИАиЭ СО РАН

По результатам рассмотрения диссертации принято следующее заключение

Актуальность

Волоконные лазеры представляют собой широкий класс лазеров, применяемых в различных областях науки и техники. Перспективным направлением является создание волоконных лазеров на основе ВКР-преобразования для получения лазерного излучения в тех ИК-областях спектра, где твердотельные лазеры на редкоземельных элементах обладают низкой эффективностью. В области 1-1.8 мкм успешно реализован ряд волоконных ВКР-источников с накачкой иттербиевыми лазерами, однако для диапазона менее 1 мкм возникают затруднения, поскольку нет достаточно мощных одномодовых волоконных источников. Тем не менее излучение от 1 мкм до видимой области востребовано для ряда приложений, например, в проекционных системах, спектроскопии, исследовательской деятельности, цитометрии.

Для решения данной проблемы предлагается напрямую использовать излучение мощных лазерных диодов в качестве источников накачки, а также использовать удвоение частоты для продвижения в коротковолновую область. Основная цель диссертационного исследования Донцовой Е.И. была сформулирована как разработка непрерывных источников с длиной волны генерации менее 1 мкм на основе волоконных ВКР-лазеров. В частности, прорабатывалась возможность получения ВКР-генерации с прямой многомодовой накачкой лазерными диодами с длиной волны менее 1 мкм при точечном и случайно распределённом отражении в резонаторе, а также исследование особенностей генерации второй гармоники ВКР-лазеров со случайно распределённой обратной связью. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: получение ВКР-генерации с прямой многомодовой диодной накачкой в резонаторе с градиентным волокном и локальными отражательными элементами, а также в резонаторе с

градиентным волокном и случайно распределённой обратной связью на рэлеевском рассеянии в волокне; получение и исследование генерации второй гармоники (ГВГ) в видимом диапазоне спектра волоконного ВКР-лазера со случайно распределённой обратной связью в нелинейном оптическом кристалле; сравнение характеристик на основной и удвоенной частоте в волоконных ВКР-лазерах со случайно распределённой обратной связью и с двумя локальными отражательными элементами; исследование ГВГ волоконного лазера в волокне с периодически наведённой квадратичной нелинейностью (ВПНКН).

Личное участие соискателя

В ходе выполнения работ Е.И. Донцова проводила все эксперименты, принимала активное участие в обработке и обсуждении результатов, подготовке статей. При выполнении диссертационной работы Е.И. Донцова проявила себя квалифицированным научным сотрудником, способным самостоятельно решать задачи и проводить исследования на высоком научном уровне.

Новизна

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

- В диссертационной работе впервые продемонстрирована возможность накачки волоконных ВКР-лазеров на основе многомодового градиентного волокна многомодовым лазерным диодом. Исследование выполнено для двух различных конфигураций резонатора: с двумя локальными отражательными элементами и со случайно распределённой обратной связью на рэлеевском рассеянии.
- В ходе экспериментов выявлено, что эффект уменьшения расходимости генерируемого излучения по сравнению с излучением накачки в градиентном волокне проявляется сильнее для СРОС-конфигурации ВКР-лазера.
- С целью продвижения в коротковолновую область впервые получена генерация второй гармоники излучения непрерывного СРОС ВКР-лазера в кристалле PPLN. Проведено сравнение эффективности удвоения частоты СРОС ВКР-лазера и аналогичного ВКР-лазера с локальными отражателями в резонаторе той же длины.
- Проведено исследование удвоения частоты в полностью волоконной схеме во внешнем резонаторе с использованием волокна с периодически наведённой квадратичной нелинейностью с получением непрерывного сине-зелёного излучения.

Степень достоверности результатов

Все полученные результаты не противоречат известным научным положениям, экспериментам и теоретическим результатам других работ. Все экспериментальные результаты получены с применением современных методов исследования, а измерения проведены с помощью точных калиброванных приборов. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, обоснованы полученными в работе экспериментальными и расчётными результатами.

Практическая значимость

Результаты, изложенные в тексте диссертации, несомненно, имеют практическую значимость, а именно:

- Продемонстрирована возможность получения ВКР-генерации с двумя локальными отражателями в резонаторе и со случайно распределённой обратной связью в многомодовом градиентном волокне при использовании прямой накачки многомодовыми лазерными диодами.
- Показано, что непрерывный волоконный ВКР-лазер со случайно распределённой обратной связью и ГВГ в кристалле PPLN позволяет получать излучение видимого диапазона с большей эффективностью в сравнении с аналогичным ВКР-лазером той же длины, но с резонатором с двумя локальными отражателями.

Соответствие специальности

Диссертационная работа соответствует специальности 01.04.05 «Оптика», так как тематика и методы исследования соответствуют паспорту специальности в части физико-математических наук.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Результаты работ по теме диссертации были доложены на следующих конференциях и семинарах:

15th International Conference on Laser Optics (25-29 июня 2012г. - Санкт-Петербург); Российский Семинар по Волоконным Лазерам (27-30 марта 2012г. - Новосибирск); Winter College on Optics: Trends in Laser Development and Multidisciplinary Applications to Science and Industry (4-15 февраля 2013г. - Триест, Италия); 22th International Laser Physics Workshop (15-19 июля 2013г. – Прага, Чехия); International Symposium “Modern Problems

of Laser Physics” (25-31 августа 2013г. - Новосибирск); Всероссийская конференция по волоконной оптике (16-18 октября 2013г. – Пермь); Photonics West (1-6 February 2014г. – Сан-Франциско, США); Российский Семинар по Волоконным Лазерам (14-18 апреля 2014 - Новосибирск); Photonics West (7-12 February 2015г. – Сан-Франциско, США); Байконур 2015. Физика - космосу. (10-17 декабря 2015г. - Байконур, Казахстан); International Conference on Laser Optics (27 June -1 July 2016г. – Санкт-Петербург), Российский семинар по волоконным лазерам (5-9 Сентября 2016г. – Новосибирск).

Результаты диссертационной работы достаточно подробно и в полном объёме отражены в шести опубликованных печатных работах в российских и зарубежных рецензируемых научных журналах, пять из которых в научных журналах, определённых Высшей аттестационной комиссией:

1. Донцова Е.И., Каблуков С.И., Бабин С.А. Волоконный иттербиевый лазер с перестройкой длины волны в диапазоне 1017 – 1040 нм и генерацией второй гармоники // Квантовая электроника. – 2013. - Т.43. - №.5. - С.467.

2. Kablukov S.I., Dontsova E. I., Zlobina E.A., Nemov I.N., Vlasov A.A. and Babin S.A. An LD-pumped Raman fiber laser operating below 1 μm // Laser Physics Letters. – 2013. – V.10. – №.8. – P.085103.

3. Babin S.A., Kablukov S.I., Dontsova E. I. Random fiber laser directly pumped by a high-power laser diode // Optics Letters. – 2013. – V.38. – №.17. – P.3301.

4. Донцова Е.И., Лобач И.А., Достовалов А.В., Каблуков С.И. Исследование поляризационных свойств генерации второй гармоники в световодах с периодически наведённой квадратичной нелинейностью // Прикладная фотоника. – 2015. – Т.2. – №.4. – С.342.

5. Dontsova E. I., Kablukov S. I., Vatnik I.D., Babin S.A. Frequency doubling of Raman fiber lasers with random distributed feedback // Optics Letters. – 2016. – V.41 – №.7 – P.1439-1442.

6. Донцова Е.И., Каблуков С.И., Лобач И.А., Достовалов А.В., Бабин С.А., Гладышев А.В., Дианов Е.М., Corbari C., Ibsen M., Kazansky P.G. Генерация второй гармоники в волоконном световоде во внерезонаторной и внутррезонаторной схемах // Квантовая электроника. – 2016. - Т.46. - №.11. - С.989-994.

Диссертация «Непрерывная генерация излучения с длиной волны менее 1 мкм с использованием основной и второй гармоники волоконного ВКР-лазера» Донцовой Екатерины Игоревны рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика».

Председатель семинара

академик РАН



Шалагин А.М.