



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИАиЭ СО РАН
академик РАН

Шалагин Анатолий Михайлович

« 10 » декабря 2014 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация “Мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью” выполнена в лаборатории волоконной оптики ИАиЭ СО РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Ватник Илья Дмитриевич работал в ИАиЭ СО РАН в должности инженера-программиста.

В 2011 г. с отличием окончил Новосибирский государственный университет по специальности физика.

В 2014 г. окончил очную аспирантуру при ИАиЭ СО РАН с представлением диссертации.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2014 г. ИАиЭ СО РАН.

Научный руководитель кандидат физико-математических наук Чуркин Дмитрий Владимирович работает старшим научным сотрудником в лаборатории волоконной оптики ИАиЭ СО РАН.

По результатам рассмотрения диссертации “Мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью” на межлабораторном семинаре Учебно-научного центра “Квантовая оптика” ИАиЭ СО РАН принято следующее заключение:

Актуальность работы.

ВКР-лазер со случайной распределенной обратной связью обладает всеми преимуществами волоконных лазеров, использующих эффект вынужденного комбинационного рассеяния для создания усиления, отличаясь при этом отсутствием модового состава в излучении, а также простотой реализации. Лазер может быть использован для разнообразных применений: получения

многоволновой и перестраиваемой генерации, создания распределенного усиления в оптических линиях связи и сенсорных системах, получения генерации в новых спектральных диапазонах. Однако, в предыдущих исследованиях практически не уделялось внимания мощностным характеристикам лазера, тогда как оптимизация выходных мощностей необходима для любого из возможных применений. Исходя из этого, основная цель диссертационной работы И. Д. Ватника была сформулирована как изучение мощностных характеристик волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью, включая мощности как первой, так и второй стоксовых компонент. Для достижения этой цели перед И. Д. Ватником были поставлены следующие задачи: изучение продольных распределений мощности генерации волоконных ВКР-лазеров со случайной распределенной обратной связью в различных конфигурациях; изучение выходных мощностных характеристик волоконных ВКР-лазеров со случайной распределенной обратной связью, проведение оптимизации параметров лазера для достижения высокоэффективной генерации, а также изучение возможности каскадной генерации в таком лазере.

Личное участие соискателя.

В ходе выполнения работы основные эксперименты выполнены И. Д. Ватником. Он принимал активное участие в постановке задач, теоретическом анализе, обсуждении результатов, а также подготовке статей. При выполнении диссертационной работы И. Д. Ватник проявил себя самостоятельным научным работником, способным проводить исследования на высоком научном уровне.

Новизна.

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

- Экспериментально показано, что форма продольных распределений мощности генерации существенно различается в разных схемах волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью. В схеме с обратной накачкой единственный максимум мощности генерации достигается у выходного торца волокна — в точке ввода накачки. В одноплечевой схеме присутствует второй, меньший максимум мощности, отстоящий от точки ввода накачки на расстояние, падающее с ростом мощности накачки по обратному корневому закону.

- Экспериментально продемонстрирована высокоэффективная генерация в волоконном ВКР-лазере со случайной распределенной обратной связью. В схеме с прямой накачкой после оптимизации длины волокна получено 7 Вт мощности генерации на длине волны 1308 нм из 11 Вт накачки. Показано, что в схеме с обратной накачкой и одноплечевой схеме благодаря сильно неоднородному распределению мощности обратной волны достигается дифференциальная эффективность генерации, близкая к 100%, независящая от мощности накачки и слабо зависящая от длины волокна. Максимальная полная эффективность достигается при минимальном пороге. Экспериментально

получено 3 Вт и 2 Вт мощности генерации с дифференциальной эффективностью 92% и 80% в схеме с обратной накачкой и одноплечевой схеме соответственно на длинноволны 1550 нм из 4 Вт мощности накачки. Эффективность генерации составляет 75% и 50% соответственно.

- Экспериментально показано, что слабые точечные отражатели на выходных торцах принципиально изменяют мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью. Наличие слабых точечных отражателей величиной $R \sim 10^{-3}$ в лазере длиной 2 км приводит к снижению порога генерации с 5.5 Вт до 4 Вт, а также к изменению дифференциальной эффективности генерации в прямом и обратном направлении. Наличие $R \sim 5 \cdot 10^{-5}$ в лазере длиной 11 км приводит к снижению порога каскадной генерации с 12.5 до 6.6 Вт.

- Экспериментально показано, что в волоконном ВКР-лазере со случайной распределенной обратной связью возможна высокоэффективная каскадная генерация. Наименьший порог генерации достигается в схеме с прямой накачкой благодаря равномерному распределению мощности первой стоксовой компоненты в ней. В этой схеме получено 5.2 Вт генерации второй стоксовой компоненты из 11.1 Вт накачки. Эффективность преобразования составляет 47%.

Степень достоверности результатов.

Все полученные результаты не противоречат известным научным положениям, экспериментальным 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 теоретическими результатами.

Практическая значимость.

Результаты и рекомендации, изложенные в работе, позволяют провести оптимизацию параметров волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью для получения максимальной выходной мощности. Благодаря этому, исследуемый в работе лазер может быть использован как высокоэффективный источник лазерного излучения в ближнем инфракрасном диапазоне, в том числе для телекоммуникационных и сенсорных применений.

Соответствие специальности.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 01.04.05 Оптика в части физико-математических наук.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Результаты диссертационной работы в полном объеме отражены в 7 опубликованных печатных работах в российских и зарубежных рецензируемых научных журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией:

1. Churkin D. V., Vatnik I. D., Turitsyn S. K. et al. Random distributed feedback Raman fiber laser operating in a 1.2 μm wavelength range // Laser Phys. 2011. Vol. 21, no. 8. P. 1525–1529.
2. Vatnik I. D., Churkin D. V., Babin S. A. et al. Cascaded random distributed feedback Raman fiber laser operating at 1.2 μm . // Opt. Express. 2011. Vol. 19, no. 19. P. 18486–94.
3. Чуркин Д. В., Эль-Тахер А. Е., Ватник И. Д., Бабин С. А. Исследование продольного распределения генерируемой мощности в волоконном ВКР-лазере со случайной распределенной обратной связью и с односторонней накачкой // Квантовая электроника. 2012. Т. 42, №– 9. С. 774–777.
4. Vatnik I. D., Churkin D. V., Babin S. A. Power optimization of random distributed feedback fiber lasers // Opt. Express. 2012. Vol. 20, no. 27. P. 28033.
5. Бабин С. А., Ватник И. Д. Волоконные лазеры со случайной распределенной обратной связью на рэлеевском рассеянии // Автометрия. 2013. Т. 49, №– 4. С. 3–29.
6. Babin S. A., Vatnik I. D., Laptev A. Y. et al. High-efficiency cascaded Raman fiber laser with random distributed feedback // Opt. Express. 2014. Vol. 22, no. 21. P. 24929.
7. Vatnik I. D., Churkin D. V., Podivilov E. V. et al. High-efficiency generation in a short random fiber laser // Laser Phys. Lett. 2014. Vol. 11 no. 7. P. 075101.

Диссертация “Мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью” Ватника Ильи Дмитриевича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 “Оптика”

Председатель семинара

академик РАН



Шалагин А. М.