

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИАиЭ СО РАН

Член-корр. РАН



С. А. Бабин

2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация "Суперлюминесцентная параметрическая генерация света в кристалле PPLN с накачкой от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ" выполнена в тематической группе мощных ионных лазеров ИАиЭ СО РАН.

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

В 2011 г. Окончил магистратуру Новосибирского государственного технического университета по специальности "физика".

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2019 г. ИАиЭ СО РАН.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Сорокин Владимир Алексеевич, старший научный сотрудник лаборатории физики лазеров ИАиЭ СО РАН.

Диссертация " Суперлюминесцентная параметрическая генерация света в кристалле PPLN с накачкой от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ" была рассмотрена на межлабораторном семинаре Учебно-научного центра "Квантовая оптика" ИАиЭ СО РАН 23 мая 2019 года.

На семинаре присутствовали:

Шалагин Анатолий Михайлович, акад. РАН, ИАиЭ СО РАН

Шапиро Давид Абрамович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

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

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

Микерин Сергей Львович, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

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

Фрумин Леонид Лазаревич, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Грибанов Алексей Валерьевич, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Лабусов Владимир Александрович, д.т.н., ИАиЭ СО РАН

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

Сорокин Владимир Алексеевич, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Чаповский Павел Львович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Лобач Иван Александрович, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Симанчук А. Э., ИАиЭ СО РАН

Яковин Дмитрий Васильевич, ИАиЭ СО РАН

Яковин Михаил Дмитриевич, ИАиЭ СО РАН

Перминов Сергей Вадимович, к.ф.-м.н., ИФП СО РАН

По результатам рассмотрения диссертации принято следующее заключение:

Актуальность работы.

В настоящее время пикосекундные и фемтосекундные ПГС на основе кристаллов с периодической доменной структурой, ввиду их простоты реализации, долговременной стабильности, компактности, большого срока службы и устойчивости к грубым внешним воздействиям, находят широкое применение в прецизионном приборостроении, гражданской и военной промышленности, медицине и экологии. Также они являются актуальными в задачах фундаментальных исследований, связанных с созданием компактных источников перестраиваемого излучения в дальнем-ИК и терагерцовом

диапазоне при использовании новых материалов, таких как GaAs (OP-GaAs), GaP (OP-GaP), CSP.

Одновременно с работами по созданию пикосекундных ПГС с синхронной накачкой, выполняются работы по получению параметрической суперлюминесценции (безрезонаторной параметрической генерации). Несмотря на более высокий порог генерации, разработка безрезонаторных ПГС на кристаллах с периодической поляризацией является актуальной задачей. Интерес их применения в инструментарии лазерных спектроскопических методов и лидарных приложений обусловлен в упрощении конструкции, возможностью одновременной генерации в нескольких областях оптического спектра, уменьшению габаритов и увеличению стабильности получающихся приборов.

Увеличение общего КПД преобразования безрезонаторных параметрических генераторов, как и диапазона перестройки, связано, помимо прогресса в полупроводниковых технологиях и появлением новых материалов, с развитием методов получения различных режимов лазерной генерации в диодно-накачиваемых твердотельных и волоконных лазерах, повышающих эффективность и стабильность их генерационных характеристик наряду с компактностью. Так, при использовании в качестве источников накачки диодно-накачиваемых твердотельных лазеров с высокими пиковыми мощностями с новым конструкционным исполнением – МОРА системы и микрочип лазеры с продольной накачкой от мощных диодных линеек, достигнуты общие КПД преобразования на уровне 10-40%.

В группе, где соискателем была выполнена работа, под руководством В. И. Дони́на разработан новый метод получения синхронизации мод и модуляции добротности на акустооптическом модуляторе (АОМ) бегущей волны в сочетании со сферическим зеркалом в диодно-накачиваемом Nd:YAG лазере (метод СЗАОМ). Твердотельные лазеры с таким способом синхронизации отличаются высокой кратковременной и долговременной стабильностью генерационных характеристик, без использования

дополнительных схем автоподстройки. Другие методы синхронизации мод, применяющие АОМ бегущей волны, используют дополнительные оптические элементы для возврата дифрагированных пучков в резонатор. В методе СЗАОМ для возврата дифрагированного пучка используется сферическое выходное зеркало резонатора лазера, что существенно упрощает оптическую схему и, за счет этого, увеличивает компактность всей лазерной системы. Создание параметрических генераторов с накачкой от такого лазера, в виду вышеизложенного, является актуальным.

Основной целью диссертационной работы Яковина М. Д. являлась разработка суперлюминесцентного перестраиваемого в видимой и средней ИК области спектра параметрического генератора света (ПГС) с накачкой от Nd:YAG лазера с методом СЗАОМ, в частности исследование влияния резонатора на выходные характеристики параметрической генерации.. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи: Получение и исследование характеристик суперлюминесцентной параметрической генерации при накачке от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ, создание и исследование лабораторного образца однорезонаторного ПГС с синхронной накачкой от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ, экспериментальное сравнение характеристик суперлюминесцентной генерации с генерацией однорезонаторного синхронно-накачиваемого ПГС.

Личное участие соискателя.

В ходе выполнения работ основные эксперименты проведены М.Д. Яковиним. Он принимал активное участие в постановке задач, теоретическом анализе, обсуждении результатов и подготовке статей. При выполнении диссертационной работы М.Д. Яковин проявил себя высококвалифицированным научным работником, способным самостоятельно решать сложные задачи и проводить исследования на высоком научном уровне.

Новизна.

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

1. Впервые получена суперлюминесцентная параметрическая генерация с накачкой излучением от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ. Достигнут КПД преобразования по поглощенной мощности $\sim 80\%$. Общая пиковая мощность излучения ~ 200 кВт.
2. Обнаружено что однорезонаторный ПГС с синхронной накачкой от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ допускает увеличенный диапазон изменения длины резонатора, который в 10-20 раз больше, чем при других источниках синхронной накачки.
3. Установлено происхождение видимых линий в спектре параметрической генерации от кристалла PPLN, проведено измерение спектральной ширины этих линий и их области перестройки.
4. При сравнении характеристик излучения в режиме параметрической суперлюминесценции и синхронно-накачиваемом однорезонаторном ПГС от накачки пикосекундными импульсами установлено, что истощение накачки может достигать $\sim 50\%$, что близко к теоретическому пределу

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 диссертации, несомненно, имеют практическую значимость. Диссертация содержит рекомендации по созданию эффективных источников

параметрического излучения суперлюминесцентного типа на основе лазера накачки с СЗАОМ и нелинейных кристаллов с периодически поляризованными структурами.

Генерируемое излучение содержит набор спектральных компонентов (от видимого до среднего ИК), перестройка длин волн которых происходит одновременно. Каждая из спектральных компонент имеет высокую пиковую мощность. Такие источники могут найти применения в спектроскопии быстро протекающих процессов и двухфотонного поглощения, мультифлуоресцентного анализа, биофотоники и дистанционного зондирования атмосферы, медицинских приложениях и др.

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.

Основные результаты были доложены на следующих конференциях: XXV Международная Конференция «Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и транспорте» (Новороссийск, 2017); International Conference on Semiconductors Optoelectronics and Nanostructures (Париж, Франция, 2018); International Conference on Laser, Optics and Photonics (Париж, Франция, 2018).

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

1. Донин В. И., Яковин Д. В., Яковин М. Д. Параметрический генератор света среднего ИК диапазона с синхронной накачкой от Nd:YAG

- лазера с модуляцией добротности и синхронизацией мод // Квантовая электроника. – 2016 – т. 46 – №12 – с. 601-605
2. Донин В. И., Яковин Д. В., Грибанов А. В., Яковин М. Д. Новый метод модуляции добротности резонатора и синхронизации мод в твердотельных лазерах // Оптический журнал – 2018 – т. 85 – №4 – с. 8-11
 3. Donin V. I., Yakovin D.V. Yakovin M.D. Griбанov A.V. Superluminescent high-efficient parametric generation in PPLN crystal with pumping by a Q-switched mode locked Nd:YAG laser // Laser Physics Letters – 2018 – v. 15 – №3 – p. 035005
 4. Донин В. И., Яковин М. Д., Яковин Д. В., Грибанов А. В. Параметрическая генерация в кристалле PPLN при накачке Nd:YAG лазером с модуляцией добротности и синхронизацией мод: сравнение суперлюминесцентного и однорезонаторного режимов // Квантовая электроника. – 2018 – т. 48 – №10 – с. 936-940

Диссертация "Суперлюминесцентная параметрическая генерация света в кристалле PPLN с накачкой от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ" Яковина Михаила 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.