

Отзыв официального оппонента

доктора физико-математических наук Колкера Дмитрия Борисовича
на диссертационную работу Яковина Михаила Дмитриевича

“Суперлюминесцентная параметрическая генерация света в кристалле PPLN
с накачкой от Nd:YAG лазера с СЗАОМ”

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Диссертационная работа Яковина Михаила Дмитриевича посвящена параметрической генерации света (ПГС) в однорезонаторной синхронно-накачиваемой и безрезонаторной схемами накачки от пикосекундных импульсов Nd:YAG лазера с одновременной синхронизацией мод и модуляцией добротности, полученных с помощью нового метода, использующего акустооптический модулятор бегущей волны в сочетании со сферическим зеркалом резонатора. Несмотря на то, что параметрический генератор света на основе периодически-поляризованных структур ниобата лития в настоящее время хорошо изучен, очень сложно выделить новые характеристики, которые могут быть представлены в результате экспериментов с ПГС. Это касается и происхождения спектральных компонент видимого диапазона, которые тоже в настоящее время хорошо изучены и если представляют научную новизну, то нужно четко определить в каких областях науки и техники это важно. Считаю, что научной новизной данной работы в основном является ТОЛЬКО использование однорезонаторной синхронно-накачиваемой и безрезонаторной схемами накачки от пикосекундных импульсов Nd:YAG лазера с одновременной синхронизацией мод и модуляцией добротности в сравнении с традиционными методами накачки.

Во **введении** представлен обзор литературы, обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи диссертационного исследования, представлена научная новизна и практическая значимость

полученных результатов, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации материалов диссертации, личном вкладе автора, описывается структура и объем работы.

Первая глава посвящена результатам экспериментов по параметрической генерации однорезонаторного ПГС на основе кристалла PPLN при накачке Nd:YAG лазером с СЗАОМ в многоимпульсном режиме генерации. Показано, что такой ПГС допускает увеличенный диапазон изменения длины резонатора, который до 20 раз больше, чем при других источниках синхронной накачки. Исследованы спектральные и генерационные характеристики параметрической генерации в резонаторе ПГС.

Вторая глава посвящена получению эффективной параметрической суперлюминесценции на основе кристалла PPLN при накачке Nd:YAG лазером с СЗАОМ в одноимпульсном режиме генерации. Был получен общий КПД в 80% по преобразованной мощности накачки, приведен подробный анализ и указываются причины такого значения КПД. Исследованы спектральные и генерационные характеристики. Приведены измерения расходимости выходного излучения в спектральных областях красной линии, сигнальной и холостой волн. Показано, что расходимость выходного излучения суперлюминесцентной параметрической генерации не зависит от длины волны и задается пространственным распределением излучения накачки.

Третья глава посвящена сравнению выходных характеристик излучения в двух режимах параметрической генерации света – параметрической суперлюминесценции и синхронно-накачиваемого однорезонаторного ПГС на кристалле PPLN (длиной 50 мм) с накачкой от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ. Суммарная выходная средняя мощность на сигнальной (1475 нм) и холостой (3820 нм) длинах волн в режиме суперлюминесценции составила ~120 мВт (пиковая мощность ~120 кВт). Максимальная суммарная эффективность преобразования по поглощенной

мощности в режиме суперлюминесценции была на уровне 60%. Максимальная эффективность преобразования в холостую длину волны по поглощенной мощности накачки составила 15% и 25% (квантовая 54% и 90%) соответственно для режима суперлюминесценции и однорезонаторного ПГС. Максимальные значения средней выходной мощности на холостой длине волны составляли ~30 мВт и ~60 мВт при истощении накачки 47% и 55% для режимов суперлюминесценции и однорезонаторного ПГС, соответственно.

В **заключении** приведены результаты диссертационной работы выражены благодарности коллективу.

Практическая значимость диссертационной работы заключается:

- 1) В создании безрезонаторного суперлюминесцентного параметрического генератора с накачкой от Nd:YAG лазера с СЗАОМ.
- 2) В создании однорезонаторного ПГС с синхронной накачкой от Nd:YAG лазера с СЗАОМ.
- 3) Показано, что истощение излучения накачки в суперлюминесцентном и однорезонаторном режиме параметрической генерации остается на уровне ~50% и не зависит от длины кристалла при использовании в качестве лазера накачки Nd:YAG лазера с СЗАОМ.

Достоинством работы является использование надежных методик измерения и тщательный анализ полученных результатов. Эти обстоятельства, в совокупности с достигнутой воспроизводимостью результатов, указывают на их **достоверность** и на высокий уровень работы в целом.

По работе имеются следующие **замечания**:

1. В научной новизне диссертации представлено, что «Общая пиковая мощность излучения на сигнальной и холостой длине волны ~150 кВт и ~50 кВт, соответственно» Здесь не указаны ни длины волн сигнальной и холостой, не длина волны накачки, не энергия накачки.

В этом случае некорректно указывать какие-либо величины по пиковой мощности, т.к. они не к чему не привязаны. Для разных пар сигнальной и холостой волн эффективность преобразования может быть разной даже при одинаковых условиях накачки.

2. Также в научной новизне диссертации представлено: «Впервые 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.» Некорректно указывать диапазон изменения длины резонатора, не представив конкретно с какими источниками синхронной накачки, идет сравнение. По крайней мере, их нужно было указать.
3. В первом защищаемом положении представлено, что «Впервые получена суперлюминесцентная параметрическая генерация с накачкой излучением от Nd:YAG-лазера с СЗАОМ. Достигнут КПД по преобразованной мощности ~80%.» Такое выражение некорректно, т.к. непонятно, что здесь имеется в виду, поскольку часть энергии преобразуется в энергию сигнальной и холостой волн, а далее энергия сигнальной, холостой волн и накачки преобразуется в комбинационные компоненты видимого и ближнего ИК диапазона. Часть энергии может быть преобразовано в тепловую энергию. Непонятно, как все эти процессы дифференцируются.
4. В практической ценности работы указано, что в многоимпульсном режиме генерации лазера накачки, ширина отстройки резонатора ПГС увеличивается в 10-20 раз. Что такое ширина отстройки резонатора? Если диссертант использует новые нетрадиционные термины, то стоит указать литературный источник, в котором эти термины определяются.
5. Третий пункт практической ценности скорее лучше отнести к научной новизне, либо переформулировать

6. Текст диссертации содержит большое количество опечаток, жаргонизмов, синтаксических ошибок и в целом представлен небрежно.

Отсутствие этих принципиальных замечаний сделало бы данную диссертационную работу более привлекательной. Однако указанные замечания не снижают значимость полученных результатов и ценность работы. Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 01.04.05 – оптика. Поставленные задачи решены, и достигнута цель диссертационной работы. Основные результаты работы опубликованы в рецензируемых журналах, в том числе из списка ВАК, представлены российских и международных конференциях. Содержание автореферата соискателя соответствует основным положениям диссертации.

Диссертация Яковина М. Д. «Суперлюминесцентная параметрическая генерация света в кристалле PPLN с накачкой от Nd:YAG лазера с СЗАОМ» является законченной научной работой, работа полностью удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» для кандидатских диссертаций, а её автор, Яковин Михаил Дмитриевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент

Заведующий лабораторией квантовых оптических технологий
Новосибирского национального исследовательского государственного
университета, доктор физико-математических наук Д. Б. Колкер

Подпись Д. Б. Колкера заверяю:

Ученый секретарь НГУ

10.12.2019

к. х. н. е. А. Тарабан

