

## **Отзыв официального оппонента**

доктора физико-математических наук Скворцова Михаила Николаевича на диссертацию Грибанова Алексея Валерьевича «Новый метод модуляции добротности резонатора с одновременной синхронизацией мод в диодно-накачиваемом Nd:YAG лазере», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

### **Актуальность темы диссертации.**

Целью настоящей диссертационной работы являлась экспериментальная проверка нового метода, позволяющего при помощи одного акустооптического модулятора бегущей ультразвуковой волны в сочетании со сферическим зеркалом резонатора получать модуляцию добротности резонатора с одновременной синхронизацией мод в твердотельных лазерах (метод СЗАОМ) и проведение детальных исследований основных особенностей и характеристик излучения диодно-накачиваемого Nd: YAG-лазера с СЗАОМ. Полученные в диссертационной работе пиковые мощности позволяют осуществлять эффективные нелинейные преобразования частоты излучения вне резонатора, что значительно расширяет границы применения таких лазеров. Поэтому **актуальность темы диссертации** не вызывает сомнений.

### **Структура и содержание диссертации.**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, приложений, списка цитируемой литературы из 142 наименований. Общий объем диссертации составляет 105 страниц, включая 1 таблицу и 51 рисунок.

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** представляет собой обзор литературы, в ней рассмотрены методы получения высоких пиковых мощностей излучения – модуляция добротности резонатора и синхронизация мод лазера.

**Во второй главе** описана схема Nd:YAG-лазера с четырехзеркальным резонатором на базе которого проводились эксперименты. Основным содержанием данной главы является подробное описание принципа работы метода СЗАОМ. Здесь же приводятся характеристики выходного излучения лазера с методом СЗАОМ. Исходя из выходных характеристик лазера (выходной мощности, длительности Q-switch импульсов) и эффективности преобразования во вторую гармонику производится подбор частоты Q-switch импульсов при которой пиковая мощность будет максимальна. Приводятся результаты измерения длительности импульсов выходного излучения лазера и схема их измерения. Проводится сравнение экспериментальной длительности импульсов с расчетной.

**Третья глава** посвящена экспериментам по сокращению длительности генерируемых импульсов и увеличению пиковой мощности рассмотренного ранее лазера. Сокращение длительности импульсов достигалось благодаря формированию керровской линзы в резонаторе. В качестве керровской среды применялся нелинейный кристалл LBO (который одновременно осуществлял генерацию второй гармоники) или пластинка из плавяного кварца. В случае использования нелинейного кристалла вывод излучения лазера осуществлялся на длине волны второй гармоники. Приводятся результаты измерения длительности импульсов выходного излучения лазера, полученные автокорреляционным методом.

**В четвертой главе** представлены результаты прямых измерений длительности импульса диодно-накачиваемого Nd:YAG-лазера с модуляцией добротности и синхронизацией мод с помощью стрик-камеры. Исследуется новый QML режим генерации твердотельного лазера, в котором Q-switch формируется на частоте релаксационных колебаний.

**Пятая глава** посвящена титан-сапфировому лазеру. Здесь производится расчет трехзеркального резонатора с учетом использования в нем метода СЗАОМ и формирования керровской линзы в активном кристалле. Дается оценка энергетических характеристик лазера, дисперсионного расплывания импульсов и расчет компенсатора дисперсии групповой скорости. Результаты этих расчетов автор планирует использовать при создании мощного фемтосекундного титан-сапфирового лазера с криогенным охлаждением.

**В заключении** сформулированы основные результаты работы и выражены благодарности коллективу.

**Практическая и научная значимость** диссертационной работы А.В. Грибанова, её практический и научный интерес, заключается в создании оригинальной конструкции Nd:YAG-лазера на основе предложенного (в соавторстве) нового метода СЗАОМ, а также обнаружении и изучении тонкой структуры импульсов выходного излучения данного лазера. Предлагаемый лазер обладает высокой кратковременной и долговременной стабильностью выходных характеристик без использования схем автоподстройки и позволяет при средних выходных мощностях на уровне 2 Вт и частотах повторения Q-switch импульсов  $1 \div 2$  кГц получать пиковые мощности  $\sim 50$  МВт.

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.

**Результаты диссертационной работы можно рекомендовать** для использования в научно-технической деятельности ИОФАН (г. Москва), ФИАН (г. Москва), ИСАН (г. Троицк), МГУ (г. Москва), НГУ (г. Новосибирск), ИЛФ СО РАН (г. Новосибирск), ИАиЭ СО РАН (г. Новосибирск), ИФП СО РАН (г. Новосибирск) и других научных организациях.

**По диссертации имеются следующие замечания:**

Есть отдельные недочеты в оформлении работы, например на многих экспериментальных графиках не показана ошибка измерений. Однако данное замечания носят не принципиальный характер и не снижают научно-технической ценности работы.

Положения диссертации Грибанова А.В., выносимые на защиту, обладают несомненной научной новизной. Работа выполнена на высоком научно-исследовательском уровне и является существенным вкладом в лазерную физику. Основные результаты диссертации опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 1 глава в монографии, 1 патент РФ на изобретение и 5 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией. и доложены на 4 конференциях. Автореферат диссертации А.В. Грибанова точно отражает ее содержание и выводы.

Диссертационная работа Грибанова Алексея Валерьевича «Новый метод модуляции добротности резонатора с одновременной синхронизацией мод в диодно-накачиваемом Nd:YAG-лазере.», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук отвечает всем требованиям

ВАК, предъявляемым к работам такого уровня. По совокупности представленных результатов, по уровню квалификации А.В. Грибанова считаю его безусловно заслуживающим присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 Оптика.

Доктор физико-математических наук  
руководитель группы Лазерная спектроскопия,  
главный научный сотрудник  
ИЛФ СО РАН



Скворцов М.Н.

Подпись д.ф.-м.н. Скворцова М.Н. заверяю:

Ученый секретарь ИЛФ СО РАН

кандидат физико-математических наук



Покасов П.В.

630090, г. Новосибирск,  
пр. Акад. Лаврентьева, 15 Б  
e-mail: skv@laser.nsc.ru  
Телефон: +7(383) 333 21 27