

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук Антипова Олега Леонидовича на диссертационную работу Гурьева Дениса Аркадьевича «Дисковые лазеры с вырожденными резонаторами и многоточечной накачкой», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.19 – Лазерная физика.

Диссертационная работа Гурьева посвящена исследованию новых схемных решений дисковых лазеров. Следует отметить, что мощные дисковые лазеры, позволяющие получать генерации в непрерывном режиме с многокиловаттной мощностью при хорошем качестве пучка выходного излучения, остаются предметом интенсивных исследований. Наряду с традиционными схемами исследуются альтернативные решения с многодисковыми и многопроходными системами. Актуальной задачей является разработка компактных дисковых лазеров с простой конфигурацией резонаторов. К таким системам относятся дисковые лазеры с многопучковой накачкой и внутррезонаторным когерентным сложением лазерных каналов и дисковые лазеры с вырожденными резонаторами с многопучковой накачкой, разработке которых посвящена диссертация Гурьева Д.А.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения. Список литературы содержит 102 наименования. Объем диссертации составляет 103 страницы, в том числе 47 рисунков и 1 таблица.

В главе 1, являющейся обзором литературы, представлено описание эффектов, возникающих в твердотельных лазерных из-за тепловыделения при поглощении излучения накачки, рассмотрены различные подходы, которые позволяют уменьшить влияние термооптических эффектов в мощных твердотельных лазерах.

В главе 2 представлены результаты исследования термооптических эффектов, а также описание экспериментальной установки для интерференционного исследования термооптических эффектов, возникающих при поглощении многопучковой накачки в дисковом элементе. Приведена расчетная модель для расчета профиля распределения изменения оптической толщины активного элемента и показаны результаты расчетов.

В главе 3 представлено описание эксперимента по исследованию режима генерации коллективной моды при многопучковой накачке дискового элемента. Приведены результаты исследования выходных характеристик излучения и диаграмма экспериментальных условий, при которых реализуется режим генерации коллективной моды. Предложена также модель, объясняющая возможность реализации данного режима генерации. Приведено сравнение теоретического моделирования излучения в дальней зоне с экспериментальными результатами.

В главе 4 представлены результаты экспериментов по исследованию дискового лазера с трехпучковой накачкой и вырожденным резонатором М-типа, а также описание экспериментальной установки для исследования характеристик выходного лазерного излучения. Приведены спектры, соответствующие одночастотному режиму генерации. Произведен расчет спектра данного вырожденного резонатора и показаны условия генерации в одночастотном режиме.

В главе 5 представлен результаты исследования дискового лазера с трехпучковой накачкой и вырожденным резонатором М-типа, работающего в режиме генерации 2 мод. Приведены осциллограммы и радиочастотные спектры биений 2 мод с частотой 360 МГц. Показано, что данные моды соответствуют TEM_{00} и TEM_{01} (или TEM_{10}) поперечным модам. По радиочастотному спектру было установлено, что спектральная ширина каждой моды не превосходит 3 кГц в данном вырожденном резонаторе.

Основными результатами диссертации можно считать следующее:

1. Установлено, что линза, образованная под действием многопучковой накачки с гауссовыми профилями интенсивности отдельных пучков и близко расположенными накачиваемыми областями, имеет профиль распределения изменения оптической длины активного элемента близкий к гауссовому. Показано, что изменение мощности поглощенной накачки влияет на амплитуду, но не влияет на ширину распределения, которая определяется суммарной апертурой всех областей накачки.
2. Впервые реализован дисковый лазер с многопучковой накачкой и близко расположенными накачиваемыми областями, работающий в режиме синхронизации нескольких лазерных каналов в двухзеркальном плоскопараллельном резонаторе. В дальней зоне продемонстрирован интенсивный TEM_{00} пучок генерации с расходимостью, соответствующей излучателю с суммарной апертурой всех лазерных каналов (генерация супермоды). Показано, что полная синхронизация лазерных каналов реализуется в условиях вырожденного резонатора.
3. Впервые реализована одночастотная генерация в дисковом лазере с вырожденным резонатором М-типа и трёхпучковой накачкой. Показано, что спектрально-селективными свойствами вырожденных резонаторов можно управлять при помощи поворота одного из зеркал резонатора относительно оптической оси, что приводит к изменению положения областей генерации на поверхности активного диска.
4. Реализован дисковый лазер, устойчиво работающий в субгигагерцовом режиме биений двух мод. Показано, что полученный режим генерации соответствует биениям двух поперечных мод с узкой спектральной линией, каждой из этих мод.

В качестве недостатков диссертационной работы можно отметить следующее.

1. Несмотря на то, что работа посвящена исследованиям лазеров с термонаведённой линзой, в ней не приведено ни одной численной оценки величины этой линзы и сравнения с экспериментальными результатами. Это затрудняет оценку интерпретации ряда полученных результатов. Кроме того, возникают сомнения, что в исследованной геометрии активных элементов на кристаллах Nd:YVO_4 и при использованных условиях накачки, тепловой механизм является абсолютно доминирующим. В частности, электронный механизм формирования линз в дисках из Nd:YVO_4 может быть весьма значительным благодаря рекордной разнице поляризуемости возбуждённых и невозбуждённых ионов Nd^{3+} в этих кристаллах.

2. Приведённое обоснование одночастотного механизма генерации дискового лазера также представляется далеко не полным. В частности, селекция продольных мод лазера на дисках из кристаллов Nd:YVO_4 может быть обусловлена и влиянием решёток показателя преломления, индуцированных в активной среде интерференционным полем волн генерации.

3. Не все приборы, использованные в экспериментальных исследованиях, описаны полностью. В частности, нет ссылок на изготовителя и марку тестирующего лазера в главе 2.

Указанные замечания не меняют положительной в целом оценки диссертации. Диссертационная работа выполнена на достаточно высоком уровне и содержит ряд важных научных и практических результатов. Результаты работы опубликованы в научных журналах и докладывались на крупных конференциях. Диссертация отвечает требованиям, установленным ВАК для специальности 01.03.19 – «Лазерная физика». Автореферат диссертации корректно отображает ее содержание. Таким образом, соискатель Гурьев Денис Аркадьевич, на мой взгляд, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.19 – «Лазерная физика».

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика, ведущий научный сотрудник Федерального исследовательского центра Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН),

Подпись Антипова О.Л. удостоверяю
Учёный секретарь ИПФ РАН



О.Л. Антипов

И.В. Корюкин

Контактная информация:
Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики
Российской академии наук
603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46
Электронный адрес: antipov@ipfran.ru;
Рабочий телефон: (831)4164947. Мобильный телефон: 8 9038463849.