

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

АУЛОВОЙ Татьяны Викторовны

на тему:

«ДИНАМИКА ГЕНЕРАЦИИ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО КОЛЬЦЕВОГО ЧИП-ЛАЗЕРА С  
ОПТИЧЕСКОЙ НЕВЗАИМНОСТЬЮ, СОЗДАННОЙ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.05 – оптика

Диссертационная работа Ауловой Т. В. посвящена экспериментальному исследованию динамики генерации твердотельного кольцевого чип-лазера (ТКЛ) с оптической невзаимностью резонатора, создаваемой под действием внешнего неоднородного магнитного поля. В работе представлены результаты по анализу неизохронности автомодуляционных колебаний излучения, исследовано влияние температуры моноблока лазера на коэффициенты связи встречных волн, изучено влияние оптической невзаимности резонатора на режимы генерации, исследованы процессы параметрического возбуждения релаксационных колебаний на субгармонике периодического сигнала модуляции мощности накачки. В результате проведенных исследований найден новый эффективный способ управления режимами генерации чип-лазера с помощью неоднородного магнитного поля.

**Целями** диссертационной работы являются развитие новых методов управления динамикой излучения автономного кольцевого чип-лазера с помощью неоднородного магнитного поля, исследование влияния амплитудной невзаимности резонатора на динамику генерации, а также исследование неизохронности автомодуляционных колебаний излучения и параметрических резонансных явлений, возникающих при возбуждении в исследуемом чип-лазере релаксационных колебаний на субгармонике периодического сигнала модуляции накачки.

**Актуальность и научная значимость** тематики диссертационной работы связана как с фундаментальными проблемами нелинейной динамики, так и с прикладными задачами. Для монолитных ТКЛ характерен низкий уровень технических флуктуаций, и они являются удобным объектом для целей изучения нелинейной динамики и квантовых флуктуаций излучения в ТКЛ.

**Диссертационная работа состоит** из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемых источников.

В первой главе приведен литературный обзор, в котором описываются конструкционные особенности исследованного чип-лазера, общий обзор режимов генерации твердотельных кольцевых лазеров и известных методов управления режимами генерации. Во второй главе экспериментально исследована неизохронность автомодуляционных колебаний излучения чип-лазера, сравнение полученных результатов с теорией позволило оценить величину фактора амплитудно-фазовой связи в исследуемом чип-лазере. Также рассмотрен не поднимавшийся ранее вопрос о возможности возникновения несимметричной связи встречных волн через обратное рассеяние в кольцевом чип-лазере. В работе обнаружено, что степень несимметрии связи зависит от температуры активной среды и дано качественное теоретическое объяснение обнаруженному явлению. Третья глава посвящена исследованию нового способа управления динамикой генерации твердотельного кольцевого чип-лазера. Суть метода заключается в воздействии на активную среду неоднородным магнитным полем. Полученные в этой главе результаты показали, что воздействие на чип-лазер неоднородным магнитным полем приводит к изменению как частотной, так и амплитудной взаимности резонатора в широких пределах. Продемонстрирована эффективность предложенного метода: с помощью него были воспроизведены как известные ранее режимы генерации кольцевого чип-лазера, так и получены впервые ранее не наблюдавшиеся в кольцевом чип-лазере режимы, а именно: режим синфазной автомодуляции встречных волн, однонаправленный режим с модуляцией излучения на частоте релаксационных колебаний, а также режим автомодуляции встречных волн с

противофазной низкочастотной импульсной огибающей. При изменении оптической невзаимности резонатора продемонстрирован петлеобразный характер зависимости средних значений интенсивностей встречных волн от величины невзаимности. Одним из важных результатов этой главы является реализация режима биений с равными средними значениями интенсивностей встречных волн. В четвертой главе исследован параметрический резонанс на субгармонике внешнего модулирующего сигнала и релаксационной частоты. При этом исследования проводились как в однонаправленном режиме генерации, так и в двунаправленном режиме автомодуляционных колебаний первого рода. При этом в первом случае обнаружена бистабильность генерации при параметрическом возбуждении колебаний на субгармонике внешнего сигнала: ширина области захвата оказалась зависящей от предшествующей истории. Во втором случае показано, что в области параметрического резонанса возможно возникновение как квазипериодического режима генерации, так и режима динамического хаоса. Возникновение того или иного режима зависит от параметров модуляции внешнего сигнала накачки. Найдены области существования этих режимов зависимости от параметров модуляции накачки. В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации.

Представленная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК, изложена грамотно и ясно, подробно описаны параметры экспериментальных установок, исследуемого чип-лазера, приведены спектральные и временные характеристики для всех наблюдавшихся в работе режимов генерации. В целом диссертационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне и свидетельствует о способности соискателя умело проводить научные исследования.

**Достоверность** представленных в работе экспериментальных результатов обеспечена согласием с результатами теоретических исследований, а также, в ряде случаев, соответствием с результатами, полученными для других типов ТКЛ. Полученные результаты апробированы на российских и международных конференциях по тематике работы, опубликованы в реферируемых научных изданиях. Все представленные

научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, **обоснованы** экспериментальными результатами.

Представленные результаты являются **новыми**. В работе впервые продемонстрирована возможность управления степенью несимметрии обратной связи встречных волн при изменении температуры моноблока. Предложен и исследован новый способ управления динамикой генерации автономного чип-лазера путем изменения оптической невзаимности, создаваемой неоднородным магнитным полем. Продемонстрирована эффективность этого способа: обнаружены новые режимы однонаправленной и двунаправленной генерации автономных твердотельных кольцевых лазеров с оптической невзаимностью резонатора. Также в чип-лазере реализован режим биений с равными средними значениями интенсивностей встречных волн и постоянной частотной подставкой.

**Практическая значимость** работы связана с использованием твердотельных кольцевых лазеров. Кольцевые чип-лазеры широко используются в качестве источников высоко стабильного излучения в нелинейной оптике и метрологии. Разработанный в диссертации новый способ управления динамикой генерации монолитных ТКЛ можно использовать в таких прикладных задачах.

**Научная значимость** работы заключается в изучении роли оптических невзаимных эффектов в динамике излучения автономных твердотельных кольцевых лазеров, в совершенствовании методов управления режимами генерации твердотельных кольцевых лазеров. Обнаруженные в диссертационной работе бистабильные состояния, возникающие при возбуждении релаксационных колебаний на субгармонике периодического сигнала модуляции накачки, важны для целей наблюдения и изучения стохастического резонанса в кольцевом чип-лазере с периодической модуляцией накачки.

При оценке диссертационной работы следует отметить в качестве недостатка следующее:

В работе практически не обсуждены взаимосвязь научных результатов с одним из возможных применений твердотельных чип-лазеров, а именно в

лазерной гироскопии. Как известно различного рода динамические явления в генерации встречных волн или рассеянных волн оказывают значительное влияние на гироскопический эффект и это следует обсудить.

В целом, несмотря на сделанные замечания, диссертация Т. В. Ауловой представляет собой законченное исследование, научная значимость и оригинальность проведенных в диссертации исследований не вызывает сомнений. Автореферат работы Ауловой Т. В. соответствует содержанию диссертации. Результаты в достаточном объеме опубликованы в научных журналах и представлены на научных конференциях.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что представленная к защите диссертационная работа Т. В. Ауловой удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а Т. В. Аулова заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Заместитель генерального директора  
по направлению лазерной гироскопии-

Начальник НПК-470 ОАО «НИИ «Плюс» им. М.Ф.Стельмаха»,  
к.ф.-м.н.

Ю. Д.Голяев

Подпись Ю.Д. Голяева заверяю

Заместитель генерального директора по науке

ОАО «НИИ «Плюс» им. М.Ф.Стельмаха»,

Доктор технических наук



Д.А. Мармалюк

Голяев Юрий Дмитриевич, старший научный сотрудник, заместитель генерального директора по направлению лазерной гироскопии, начальник НПК-470 открытого акционерного общества «Научно-исследовательский институт «Плюс» им. М.Ф. Стельмаха». Адрес: 117342, Москва, ул. Введенского, дом 3, корп.1. Тел.: +7 (916) 175-01-91. E-mail: goljacv@bk.ru.