

“Утверждаю”

Зам. Директора по научной работе
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки
Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

д.ф.м.н., профессор

В.Г. Михалевич

“ 28 ” ноября 2014 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

о диссертационной работе **Ауловой Татьяны Викторовны**
«ДИНАМИКА ГЕНЕРАЦИИ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО КОЛЬЦЕВОГО ЧИП-ЛАЗЕРА С
ОПТИЧЕСКОЙ НЕВЗАИМНОСТЬЮ, СОЗДАННОЙ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.05 – оптика

Диссертация Ауловой Т.В. посвящена исследованию динамики генерации твердотельного кольцевого чип-лазера (ТКЛ) с оптической невзаимностью, созданной магнитным полем, что представляет собой как фундаментальный, так и прикладной интерес.

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена необходимостью развития новых методов стабилизации и управления режимами генерации твердотельных кольцевых лазеров, а также фундаментальным интересом к проблемам, связанным с нелинейной динамикой систем различной природы.

В работе представлены результаты исследования влияния температуры моноблока на соотношение коэффициентов обратной связи, позволившими определить подход в управлении степенью несимметрии связи встречных волн через обратное рассеяние, что имеет практическое значение. Рассматривается актуальная задача управления динамикой генерации методом варьирования величины оптической невзаимности в широких пределах, а также задача оценки влияния на динамику генерации дополнительных оптических переходов активной среде Nd:YAG, т.е. величины фактора амплитудно-фазовой связи. В работе представлены результаты исследования параметрических резонансных процессов как в однонаправленном, так и в двунаправленном кольцевом чип-лазере. Обнаруженная при этом бистабильность состояний лазера позволило в дальнейшем наблюдать стохастический резонанс в ТКЛ с периодической модуляцией накачки, а метод наложения неоднородного магнитного поля является уникальным подходом для задач, связанных с вопросами управления динамикой генерации кольцевых чип-лазеров. Разработанные в работе методы открывают новые возможности в исследованиях по нелинейной оптике, квантовых флуктуаций в ТКЛ и метрологии.

Научная новизна результатов диссертации заключается в следующем.

Впервые продемонстрировано наличие несимметрии коэффициентов связи встречных волн, впервые предложен метод управления степенью этой несимметрии.

Впервые измерен фактор амплитудно-фазовой связи встречных волн при исследованиях явления неизохронности автомодуляционных колебаний ТКЛ.

Впервые экспериментально продемонстрирован новый метод управления динамикой генерации чип-лазера путём помещения активной среды в постоянное неоднородное магнитное поле, что позволило изменять оптическую невзаимность резонатора в широких пределах. Впервые исследован параметрический резонанс на субгармонике внешнего модулирующего сигнала и показано наличие бистабильности динамики чип-лазера в режиме однонаправленной генерации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 109 страниц, включая список литературы и 28 рисунков. Список цитированной литературы содержит 129 наименований, включая публикации автора по теме диссертации.

Во **введении** обосновывается выбор темы исследования, актуальность, научная новизна, значимость работы, формулируются цели исследования.

Глава 1 посвящена обзору литературы, касающейся описания конструктивных основ кольцевого чип-лазера, основных теоретических моделей, применяемых для определения динамики генерации ТКЛ и режимов генерации. Подробно рассмотрены различные методы управления режимами генерации и в, частности, известных методов управления оптической невзаимностью резонатора. Обзор литературы является достаточно полным и однозначно позиционирует результаты диссертационной работы в контексте современного состояния проблемы.

Глава 2 диссертации посвящена исследованию влияния температуры моноблока на динамику генерации чип-лазера, дана качественное объяснение обнаруженной зависимости от температуры несимметрии связи встречных волн через обратное рассеяние. Представлены результаты экспериментального исследования явления неизохронности автомодуляционных колебаний в чип-лазере и произведена качественная оценка величины фактора амплитудно-фазовой связи встречных волн на решётках инверсной населённости.

В **третьей главе** предложен и исследован новый метод управления динамикой генерации чип-лазера – наложение на активную среду неоднородного магнитного поля. Данный метод позволяет изменять величину как частотной, так и амплитудной невзаимности резонатора в широких пределах, что обуславливает эффективность данного метода. Экспериментально продемонстрировано, что с помощью этого метода можно не только воспроизвести известные ранее режимы генерации твердотельного кольцевого чип-лазера, но и наблюдать впервые в работе: квазипериодический режим генерации с низкочастотной импульсной огибающей, однонаправленный нестационарный режим генерации с автомодуляцией на релаксационной частоте. Также была продемонстрирована возможность возникновения режима биений с равными значениями интенсивностей встречных волн и большой частотной подставкой. Данный метод позволил обнаружить

петлеобразный характер зависимости средних интенсивностей встречных волн от величины оптической невязимости резонатора.

Четвертая глава посвящена изучению параметрических процессов в чип-лазере с периодической модуляцией накачки. Исследовались параметрический резонанс на субгармонике внешнего сигнала, равной удвоенной частоте релаксационных колебаний лазера. Исследования проводились как для случая однонаправленной, так и двунаправленной генерации ТКЛ.

В заключении приводятся основные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, находящиеся в полном соответствии с поставленными задачами диссертационной работы.

К наиболее значимым научным результатам следует отнести:

1. Результаты исследования влияния оптической невязимости на динамику генерации кольцевого чип-лазера. Это влияние весьма существенно и позволяет получить как известные режимы генерации, так и обнаружить новые режимы.
2. Предложение нового эффективного метода управления динамикой генерации твердотельного кольцевого чип-лазера с помощью воздействия неоднородного магнитного поля.
3. Обнаружение бистабильности, которая открывает новые возможности для исследования стохастического резонанса в кольцевых лазерах.

Значимость выполненных в диссертации исследований связана с фундаментальными проблемами лазерной физики при изучении роли оптических невязимых эффектов в динамике излучения автономных твердотельных кольцевых лазеров.

Практическое значение работы состоит в возможном использовании полученных результатов в целях метрологии, квантовой и нелинейной оптики, поскольку исследуемые лазеры являются источниками высокостабильного излучения. Новые возможности управления динамикой излучения, изученные в диссертации, позволяют расширить функциональные возможности таких источников излучения.

Достоверность полученных результатов подтверждена их согласием с аналитическими оценками, в некоторых случаях – сравнением с результатами других исследовательских групп. Результаты исследований неоднократно обсуждались на семинарах и докладывались на специализированных международных конференциях по проблемам, связанным с тематикой диссертационной работы.

Замечания к материалу, изложенному в диссертации:

1. Недостаточно полно учтено влияние на работу исследуемого лазера обратного рассеяния от оптических элементов, внешних по отношению к резонатору.
2. Остаётся неясным, как характеристики неоднородного магнитного поля (в частности, его напряжённость и ориентация) влияют на работу лазера.

3. Было бы желательно привести сравнение исследуемого лазера с волоконными, газовыми и другими твердотельными кольцевыми лазерами и гироскопами.

Сделанные замечания ни в коей мере не снижают высокую оценку диссертации. Диссертационная работа Ауловой Т.В. выполнена на высоком научном уровне с большим экспериментальным мастерством. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, относящуюся к одной из наиболее активно развивающихся областей современной оптики. Новые научные результаты имеют существенное значение для науки и практики.

Автореферат диссертации правильно и полно отражает ее содержание.

Диссертация и автореферат тщательно оформлены. Все используемые в работе материалы других научных коллективов подкреплены ссылками на соответствующие статьи и книги. Результаты, вошедшие в диссертацию, опубликованы, доложены на конференциях и хорошо известны специалистам.


Диссертационная работа Ауловой Т.В. полностью соответствует специальности 01.04.05 – оптика и удовлетворяет требованиям, представленным ВАК РФ согласно п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 30 января 2002 г. №74 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 июля 2011 г. №475), предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук.

Аулова Т.В., несомненно, заслуживает присуждения ей искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Результаты диссертации могут быть использованы в ФИ РАН, ИОФ РАН, МГУ, ИПФ РАН, НИИ «Полос», ИЦВО РАН, НИИ лазерной физики (ГОИ) и других научных институтах и центрах.

Отзыв составил

зав. отделом ИОФ РАН,
доктор физ.-мат. наук

 И.К. Красюк

Отзыв о диссертации Ауловой Т. В. «Динамика генерации твердотельного кольцевого чип-лазера с оптической невзаимностью, созданной магнитным полем» рассмотрен и одобрен на заседании научного семинара отдела ВКИВ ИОФ РАН (рук. – член-корреспондент РАН П.П. Пашинин), протокол № 6 от 26 ноября 2014.