

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу
Дудецкого Вадима Юрьевича
**«Параметрические процессы в твердотельном
кольцевом лазере с несимметричной связью встречных
волн»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.04.05 – Оптика

Кандидатская диссертация Дудецкого В.Ю. посвящена теоретическому исследованию нелинейной динамики излучения твердотельного кольцевого лазера (ТКЛ) с периодической модуляцией мощности накачки в условиях параметрического резонанса между автомодуляционными и релаксационными колебаниями. Целями диссертационной работы явилось изучение синхронизации автомодуляционных колебаний внешним периодическим сигналом; исследование оптической бистабильности как в автономном ТКЛ, так и при синхронизации автоколебаний излучения; анализ влияния шума на процесс синхронизации в условиях бистабильности излучения.

Актуальность и научная значимость темы диссертационной работы обусловлена широким использованием ТКЛ в прикладных исследованиях в качестве источников высокостабильного излучения, а также возможностями дальнейшего повышения стабильности излучения при синхронизации автомодуляционных колебаний в лазере. Монолитные ТКЛ (кольцевые чип-лазеры) являются удобным объектом для изучения общих закономерностей нелинейной динамики. В условиях параметрического резонанса между автомодуляционными и релаксационными колебаниями в кольцевых чип-лазерах возникает несколько автомодуляционных

режимов генерации. Возможности синхронизации излучения в этих режимах ранее не были изучены. Эти исследования важны как в научном плане, так и для прикладных задач, поскольку из-за высокой чувствительности к тепловым и механическим деформациям резонатора частоты автомодуляционных колебаний излучения оказываются нестабильными.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 106 страниц машинописного текста, включая 19 рисунков. Список цитированной литературы состоит из 90 наименований.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертационной работы, отмечена научная новизна, значимость работы и сформулированы цели исследования.

В первой главе представлен литературный обзор, в котором рассмотрены стационарные и автомодуляционные режимы генерации автономного ТКЛ. Рассмотрено влияние параметрического взаимодействия между автомодуляционными и релаксационными колебаниями излучения на динамику генерации ТКЛ. Обсуждены способы управления режимами генерации автономного ТКЛ.

Вторая глава диссертации посвящена теоретическому изучению синхронизации автомодуляционных колебаний излучения кольцевого чип-лазера при периодической модуляции накачки. Приведена использованная теоретическая модель и параметры чип-лазера. Изучена синхронизация в ряде автомодуляционных режимов, возникающих при модуляции накачки в условиях параметрического резонанса между автомодуляционными и релаксационными колебаниями. Найдены новые режимы синхронизации, возникающие в этих областях. Изучены

особенности синхронизации автомодуляционных колебаний вблизи границы области параметрического резонанса и внутри этой области. Найдены новые режимы синхронизации автомодуляционных колебаний: квазипериодический режим синхронизации и периодический режим синхронизации с удвоенным периодом автомодуляции излучения. Результаты численных расчетов показали, что в кольцевом чип-лазере с периодической модуляцией накачки существуют две ветви бистабильных режимов синхронизации автомодуляционных колебаний. Проводится сравнение полученных результатов с экспериментом.

Третья глава посвящена изучению влияния шума на процесс синхронизации автомодуляционных колебаний в кольцевом чип-лазере с периодической модуляцией накачки. На основе проведенного в этой главе численного моделирования установлено, что, в отличие от эффекта десинхронизации, обычно возникающего под действием шума при синхронизации автоколебаний (порядка $1/1$) периодическим сигналом, синхронизация порядка $1/2$ может сопровождаться конструктивным воздействием шума: при достаточно малой интенсивности шум накачки способствует синхронизации автоколебаний, сужению их спектра и увеличению отношения сигнал/шум. Экспериментальные исследования, изложенные в этой главе, подтвердили вывод о конструктивной роли шума в процессе синхронизации порядка $1/2$.

В четвертой главе в рамках векторной модели ТКЛ с помощью численного моделирования проводится анализ бистабильности автомодуляционных колебаний автономного ТКЛ с несимметричной связью встречных волн. Обнаружены две ветви бистабильных автомодуляционных режимов генерации. Проводится

сравнение полученных результатов с результатами экспериментальных исследований.

В **заключении** приводятся основные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе.

Представленная диссертационная работа показывает высокий уровень квалификации ее автора. Работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ, материал диссертации изложен грамотно и ясно. Работа представляет собой вполне законченное исследование.

Достоверность положений и результатов диссертации подтверждается их хорошим согласованием с экспериментальными исследованиями, проведенными с целью проверки. Адекватность использованной теоретической модели, на основе которой проводилось численное моделирование, показали многочисленные исследования по динамике кольцевых чип-лазеров. Все защищаемые научные положения и выводы хорошо обоснованы. Работа выполнена на высоком научном уровне.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов заключается в следующем:

1. Впервые исследованы новые режимы синхронизации автомодуляционных колебаний в ТКЛ с периодической модуляцией накачки: квазипериодический режим синхронизации и периодический режим синхронизации с удвоенным периодом автомодуляции излучения.

2. Впервые исследована оптическая бистабильность, возникающая при синхронизации автомодуляционных колебаний в области параметрического резонанса с релаксационными колебаниями.

3. Впервые установлено, что при синхронизации автомодуляционных колебаний порядка $1/2$ шум может

способствовать вынужденной синхронизации автомодуляционных колебаний периодическим сигналом. Стохастическое возбуждение синхронизации, обнаруженное на основе численного моделирования, подтверждено экспериментом.

4. Найдены две ветви бистабильных автомодуляционных режимов генерации колебаний в автономном ТКЛ с несимметричной связью встречных волн.

Полученные в диссертации новые научные результаты важны для дальнейших исследований стохастических процессов в условиях бистабильности лазерного излучения.

При оценке диссертации следует высказать несколько замечаний:

1. В диссертации не уделено внимание возможному влиянию релаксационных колебаний на частота ω_{r1} , которые характерны для автомодуляционного режима генерации первого рода твердотельного кольцевого лазера.
2. Следовало бы качественно пояснить обнаруженный в диссертации эффект конструктивного влияния шума на синхронизацию автомодуляционных колебаний с колебаниями модулирующего внешнего сигнала на удвоенной частоте автомодуляционных колебаний.
3. К сожалению в диссертации имеется ряд опечаток. Например, во второй главе на всех рисунках со спектрами интенсивности излучения по оси абсцисс должна стоять не частота f_p (частота модуляции накачки), а переменная частота f .

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую высокую оценку диссертации и не снижают ее научной значимости. Содержание диссертации полностью

отражено в 8 публикациях: 3 статьи в реферируемом российском журнале «Квантовая электроника» и в тезисах 5 докладов на международных конференциях.

Автореферат диссертации правильно и полно отражает ее содержание.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что представленная к защите диссертационная работа Дудецкого Вадима Юрьевича «Параметрические процессы в твердотельном кольцевом лазере с несимметричной связью встречных волн» удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а Дудецкий Вадим Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Ведущий научный сотрудник
Института прикладной физики РАН
д.ф.-м.н.

П.А. Хандохин

Подпись П.А. Хандохина заверяю
ученый секретарь ИПФ РАН
к.ф.-м.н.



Хандохин Павел Александрович, ведущий научный сотрудник, Заместитель заведующего отделом нанооптики и высокочувствительных оптических измерений отделения нелинейной динамики и оптики Института прикладной физики Российской академии наук. Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ГСП-120, ул.Ульянова, д.46. Тел.: +7(831)416-49-87. E-mail: khando@appl.sci-nnov.ru