

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ватника Ильи Дмитриевича «Мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук в диссертационный совет Д 003.005.01 при ИАиЭ СО РАН по специальности 01.04.05 «Оптика»

Диссертация И.Д. Ватника посвящена исследованию относительно нового типа волоконных лазеров, а именно лазерам на эффекте вынужденного комбинационного рассеяния со случайной распределенной обратной связью. Особенностью этого типа лазеров является отсутствие сосредоточенных отражателей в резонаторе, что существенно упрощает его схему. Круг возможных применений таких лазеров во многом определяется их энергетическими характеристиками и эффективностью преобразования излучения накачки, что определяет актуальность темы диссертации. Следует отметить, что данный аспект проблемы исследуется впервые.

Практическая ценность работы определяется такими возможными применениями исследуемых лазеров, как получение многоволновой и перестраиваемой генерации, создание распределенного усиления в оптических линиях связи и сенсорных системах, получение генерации в новых спектральных диапазонах.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, и заключения. Во введении приведен обзор исследований, посвященных лазерной генерации в средах с нерегулярной обратной связью.

В первой главе рассматриваются принципы создания усиления и обратной связи в исследуемом лазере. Даются основные сведения о процессе вынужденного комбинационного рассеяния и обратном рэлеевском рассеянии, а также о способах измерения соответствующих констант в волокне.

Вторая глава посвящена изучению продольных распределений мощности в разных схемах волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью. Описана экспериментальная методика, с помощью которой измерялись продольные распределения мощности. Представлены экспериментально

полученные продольные распределения в схеме с односторонней накачкой из центра.

В третьей главе рассмотрены выходные мощности генерации в разных схемах. Приведены аналитические выражения для пороговой мощности генерации в трех рассматриваемых схемах, указан принцип вычисления оптимальной длины волокна для минимизации порога генерации. Проведено сравнение экспериментальных данных с численным счетом на основе балансной модели.

Четвертая глава посвящена изучению возможности каскадной генерации в ВКР-лазере со случайной распределенной обратной связью. Продемонстрирована экспериментальная реализация ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью с высокоэффективной каскадной генерацией:

В заключении сформулированы основные выводы работы.

К наиболее значимым результатам, полученным в диссертации, следует отнести следующие:

- Экспериментально показана высокоэффективная генерация в волоконном ВКР-лазере со случайной распределенной обратной связью. При этом, в схеме с прямой накачкой после оптимизации длины волокна получено 7 Вт мощности генерации на длине волны 1308 нм из 11 Вт накачки. Показано, что в схеме с обратной накачкой и одноплечевой схеме благодаря сильно неоднородному распределению мощности обратной волны достигается дифференциальная эффективность генерации, близкая к 100%.
- Установлено, что слабые точечные отражатели на выходных торцах принципиально изменяют мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределенной обратной связью.
- Экспериментально показано, что в волоконном ВКР-лазере со случайной распределенной обратной связью возможна высокоэффективная каскадная генерация. Эффективность преобразования во вторую стоксову компоненту составила 47%.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

В целом, диссертационная работа является законченным научным исследованием, выполнена на высоком экспериментальном и теоретическом уровне, достоверность и значимость полученных результатов не вызывает

сомнений. Результаты, полученные в диссертации, опубликованы в ведущих журналах и представлялись на международных и российских конференциях, что подтверждает высокий уровень представленной работы.

В то же время работа не лишена недостатков, к которым можно отнести:

- Отсутствие «классического» литературного обзора привело к тому, что вне поля зрения оказались работы по ВКР-лазерам с отражателями на основе брэгговских решеток и мультиплексоров
- Автор зачастую не приводит данных по используемым волокнам (волноводные параметры, концентрации легирующих примесей и пр.), ограничиваясь маркой коммерчески доступных волокон, что затрудняет восприятие материала. То же относится и к фосфорсиликатным волокнам, данные по которым вообще найти затруднительно.
- В работе в качестве нелинейных сред использовалось несколько типов коммерчески доступных волокон, выбор которых не обосновывается и их влияние на параметры генерации ВКР-лазера не описано.
- Некоторые рассуждения автора не подкреплены фактическими данными, так, в разделе 4.2 утверждается *«Генерация второй стоксовой компоненты на отстройках 1330 см^{-1} (длина волны порядка 1.58 мкм) подавлена из-за возрастающей потерь внутри волоконного зеркала Саньяка, спектрально-селективного ответвителя и самого волокна. Измеренные потери в волокне изображены на рисунке 4.2б, видно, что потери резко вырастают в спектральной области $> 1.5 \text{ мкм}$, в основном из-за увеличивающихся изгибных потерь при намотке волокна на катушку»*. При этом данные о потерях в зеркале и ответвителе не приводятся, а данные о потерях в волокне представлены не корректно, так как ограничиваются полосой поглощения ОН-групп в области 1.4 мкм . Потери в фосфорсиликатном волокне в этой области возрастают из-за влияния края фононной полосы поглощения. А если говорить об изгибных потерях, то следует указывать радиус изгиба и параметры волокна.

Однако данные замечания не умаляют значимости полученных результатов и не снижают общую высокую оценку работы. Работа Ватника И.Д. полностью соответствует требованиям п.п. 9-14 "Положения о порядке присуждения ученых

