

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию И.Д. Ватника «Мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределённой 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 «Мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределённой обратной связью» посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию продольных внутрирезонаторных распределений мощности волоконных ВКР-лазеров со случайной распределённой обратной связью (СРОС) за счёт рэлеевского рассеяния.

История исследований лазеров с нерегулярной обратной связью берёт своё начало в 1966 г, когда были выполнены первые эксперименты с рубиновым лазером, одно из зеркал которого было заменено на диффузный отражатель. За почти полувековую историю исследований были продемонстрированы «случайные» лазеры с различными активными средами, включая измельчённые до порошкообразного состояния кристаллы, суспензии микро- и наночастиц оксида титана в растворе красителей, а также различные типы оптических волокон: фотонно-кристаллические волокна с введённой в их сердцевину суспензией  $TiO_2$  в растворе красителя, полимерные волокна с введённым в них красителем, а также активные оптические волокна с записанными в них нерегулярными брегговскими решётками и лазеры со случайной распределённой обратной связью за счёт рэлеевского рассеяния на  $180^\circ$  в оптическом волокне.

Наряду с демонстрацией и исследованием свойств генерации случайных лазеров публиковались научные исследования, демонстрирующие

возможности практического использования таких систем. В частности, была продемонстрирована возможность создания на их основе перестраиваемых и многоволновых источников оптического излучения, их использование в распределённых и удалённых сенсорных системах.

Сказанное выше подтверждает научный и практический интерес к исследованиям диссертационной работы И.Д. Ватника.

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх основных глав, заключения и списка литературы. Во введении кратко рассмотрена история исследований лазеров с нерегулярной обратной связью; сформулирована цель и задачи работы, перечислены полученные в работе новые научные результаты и выносимые на защиту положения. В заключении перечислены основные результаты диссертации. Диссертация структурирована, написана литературным языком и содержит достаточное количество иллюстраций.

Основной акцент в работе сделан на анализе продольных распределений мощности в различных схемах волоконных лазеров со СРОС, а также на исследовании зависимости мощности генерации (в т.ч. многокаскадной) от мощности оптической накачки. При этом соискателем были получены важные и интересные результаты, изложенные во второй, третьей и четвёртой главах диссертации. Первая глава в значительной степени является обзорной и посвящена рассмотрению процесса ВКР, основных схем ВКР-лазера со СРОС и используемой в работе численной модели.

Во второй главе экспериментально и теоретически исследуются продольные распределения мощности в различных схемах волоконного ВКР-лазера со СРОС.

Третья глава посвящена исследованию зависимости выходной генерируемой мощности от мощности оптической накачки ВКР-лазера со СРОС в трех различных схемах, исследована пороговая мощность генерации и оптимальные длины волокна, соответствующие минимальному

порогу генерации и максимальной выходной мощности лазера при работе над порогом.

В четвёртой главе исследована каскадная генерация стоксовых компонент в волоконных ВКР-лазерах со СРОС.

Автореферат диссертации И.Д. Ватника «Мощностные характеристики волоконного ВКР-лазера со случайной распределённой обратной связью» полностью отражает ее содержание и выводы.

Список публикаций автора по теме диссертации содержит 13 работ, из них 7 работ опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК.

Список цитируемой литературы в диссертации содержит 87 пунктов.

Полученные результаты свидетельствуют о высоком уровне профессиональной подготовки И.Д. Ватника и его способности решать сложные научно-технические задачи в области нелинейной оптики и лазерной физики с использованием экспериментальных исследований и численных расчётов. Достоверность и новизна результатов, полученных И.Д. Ватником, подтверждается приоритетными публикациями в рецензируемых научных журналах, докладами на российских и международных конференциях. Исследования, выполненные И.Д. Ватником в рамках диссертационной работы, характеризуется актуальностью темы, оригинальностью подходов, умелым сочетанием использованных методов исследования и важностью полученных результатов для решения практических задач. Работа в целом представляет собой детальное и глубокое исследование мощностных характеристик нового активно исследуемого в настоящее время типа лазеров – волоконных ВКР-лазеров со случайной распределённой обратной связью, и представляет интерес для широкого круга актуальных задач лазерной физики, спектроскопии, сенсорных систем и содержит значительный объём оригинальных результатов. Вместе с тем можно отметить определённые недостатки диссертационной работы:

1. Текст диссертации содержит значительное количество синтаксических и орфографических ошибок, огрехов в оформлении и опечаток

в промежуточных математических формулах. В частности, в уравнение (1.2) должен входить коэффициент  $g_R(\Omega)$  вместо  $g(\Omega)$ ; в формуле б/н внизу с. 65 в аргументе экспоненты  $z$  следует заменить на  $l$ , пределы интегрирования заменить с  $(0, z)$  на  $(z, z + l)$ ; в первом абзаце на с.69 допущена ошибка в знаке неравенства; отсутствие легенды на многих графиках в главе 2 затрудняет их сопоставление с текстом; на графике 2.2 (а) не показаны результаты численного моделирования; неправильно указана марка волокна в подписи на Рис. 1.3.

2. Во введении недостаточно полно раскрыт вопрос актуальности диссертационной работы. Полезным для более полного понимания важности и актуальности выполненной И.Д. Ватником работы было бы дополнительное акцентирование внимания на уже продемонстрированных и потенциально возможных применениях волоконных ВКР-лазеров со СРОС, в которых использование данных лазеров более эффективно по сравнению с «обычными» ВКР-лазерами с регулярной обратной связью.
3. Из текста не до конца понятен алгоритм нахождения функции  $g(\Omega)$  из экспериментальных измерений, описанных на с. 23 диссертации. Как определялась погрешность измерений, указанная на Рис. 1.3 на с. 24?
4. На с.43 сказано, что «наличие члена, описывающего обратную связь, делает систему жесткой». Действительно ли система уравнений (1.16) является жесткой, или она обладает плохой обусловленностью, что вместе с малой шириной области притяжения к корню обуславливает описанные на с. 43 сложности при поиске стационарных продольных распределений мощности стоксовых волн при высоких уровнях мощности накачки  $P_p$ ?

Отмеченные недостатки касаются, в основном, способа изложения диссертации и не снижают общего высокого уровня работы и ценности полученных в ней результатов.

Диссертационная работа И.Д. Ватника содержит решение задачи о нахождении и оптимизации мощностных характеристик различных схем волоконных ВКР-лазеров с распределенной обратной связью за счёт рэлеевского рассеяния. Решённая И.Д. Ватником задача актуальна и имеет существенное научное и прикладное значение, её результаты могут найти своё применение в физических и химико-биологических сенсорных системах, создании многоволновых и перестраиваемых оптических источников для спектроскопии, биофизики и других применений. Основные научно-технические результаты и выводы диссертации являются новыми, хорошо обоснованными и достоверными и опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях в соответствии с требованиями ВАК.

Диссертационная работа И.Д. Ватника содержит оригинальные результаты в области нелинейной оптики и лазерной физики, и полностью соответствует паспорту специальности 01.04.05 «Оптика».

Таким образом, диссертационная работа И.Д. Ватника удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика».

Официальный оппонент,  
кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник НГУ  
«24» марта 2015 г.

С.В. Смирнов

Подпись С.В. Смирнова заверяю  
Учёный секретарь НГУ  
к.х.н.



Е.А. Тарабан