

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ



НАУЧНЫЙ
ЦЕНТР
ВОЛОКОННОЙ
ОПТИКИ

РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК

119333, Москва, ул. Вавилова, 38
Тел. (499) 135 7449, факс (499) 135 8139
E-mail: post@fo.gpi.ru
http://www.fibopt.ru
ОКПО 29187456, ОГРН 1037739479580
ИНН/КПП 7736006597/773601001

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Научный
центр волоконной оптики Российской
академии наук,
академик РАН Е.М. Дианов



24 марта 2014 г.

24.03.2014 №11219+31-0215/39

на № _____ от _____

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертационную работу
Федотова Юрия Сергеевича

**"Исследование режимов генерации диссипативных солитонов в волоконных
иттербиевых лазерах",**

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических
наук по специальности 01.04.21 – "Лазерная физика".

Диссертационная работа Ю.С.Федотова посвящена экспериментальному исследованию физических процессов при генерации диссипативных солитонов в волоконных иттербиевых лазерах с пассивной синхронизацией мод. Устойчивые локализованные структуры поля, какими являются диссипативные оптические солитоны, обладают уникальными характеристиками и вызывают большой практический интерес ввиду целого ряда перспективных приложений для задач передачи и хранения информации, обработки материалов, а также исследований, связанных с нелинейными процессами при взаимодействии высокоинтенсивного лазерного излучения с веществом.

Лазерные системы с насыщением поглощением являются интересным объектом для исследований с точки зрения генерации диссипативных солитонов,

необходимым условием возникновения которых является определенный баланс усиления и потерь в резонаторе.

В диссертационной работе Ю.С. Федотов исследует возможности управления основными характеристиками генерируемых диссипативных солитонов (таких как длительность, спектр, частотная модуляция), изучает возможности преобразования частоты излучения диссипативных солитонов за счет эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР), а также приводит результаты разработки технологии изготовления насыщаемого поглотителя в лабораторных условиях.

Наиболее значимые научные результаты диссертации Ю.С. Федотова заключаются в следующем:

1. Продемонстрировано эффективное спектральное преобразование диссипативных солитонов за счет вынужденного комбинационного рассеяния внутри и вне лазерного резонатора в широкой спектральной области, существенно превышающей область усиления активной среды. Экспериментально показано, что временные параметры (длительность, профиль интенсивности) диссипативных солитонов, соответствующих разным стоксовым компонентам, практически идентичны параметрам исходных импульсов накачки на длине волны вблизи 1,08 мкм. Также продемонстрирована синхронная спектральная перестройка таких диссипативных солитонов.
2. Диссертант разработал лабораторную технологию изготовления насыщаемого поглотителя в виде полимерной пленки, содержащей одностенные углеродные нанотрубки. На его основе создан и исследован волоконный иттербиевый лазер, работающий в режиме пассивной синхронизации мод и излучающий стабильные импульсы пикосекундной длительности.
3. Ю.С. Федотовым предложен и реализован полностью волоконный двулучепреломляющий спектрально-перестраиваемый фильтр с регулируемым спектральным положением пика пропускания и

регулируемой глубиной модуляции, основным элементом которого выступает сохраняющий поляризацию двулучепреломляющий световод.

4. С помощью разработанного спектрального фильтра Ю.С. Федотов создал полностью волоконный иттербиевый лазер, работающий в режиме пассивной самостартующей синхронизации мод за счет насыщаемого поглотителя на основе углеродных нанотрубок, и генерирующий перестраиваемые по длине волны диссипативные солитоны с контролируемой длительностью и шириной спектра излучения в области 1.06 мкм.

Практическая ценность результатов диссертации заключается в:

1. Существенном расширении спектральной области генерации диссипативных солитонов, что, несомненно, дает хорошие прикладные перспективы.
2. Разработке и успешной апробации технологии создания насыщаемого поглотителя в виде полимерной пленки, содержащей одностенные углеродные нанотрубки. Данная технология, безусловно, является востребованной как в лабораторных условиях, так и в опытном производстве.
3. Продемонстрированной возможности эффективного управления параметрами диссипативных солитонов с помощью разработанного и успешно апробированного полностью волоконного двулучепреломляющего фильтра с регулируемыми параметрами.

Новые экспериментальные результаты, полученные Ю.С. Федотовым при исследовании диссипативных солитонов в области 1 мкм, а также разработанные методы управления их свойствами, можно квалифицировать как новое достижение в физике оптических квантовых генераторов. Диссертация содержит научно-обоснованные технические и технологические решения в области лазерной физики, волоконной оптики, а также прикладной химии, внедрение которых вносит весомый вклад в развитие лазерной физики.

Стоит особо отметить, что в диссертации Ю.С. Федотова впервые исследован вопрос преобразования частоты диссипативных солитонов за счет эффекта вынужденного комбинационного рассеяния как внутри, так и вне лазерного резонатора. При этом достигнута относительно высокая эффективность спектрального преобразования диссипативных солитонов при сохранении длительности и временного профиля интенсивности.

Не менее важной частью диссертационной работы является поиск наиболее подходящих одностенных углеродных нанотрубок (ОУН) для задачи создания насыщаемого поглотителя в спектральной области 1 мкм. Ю.С. Федотов анализирует ряд имеющихся технологий производства ОУН, а также систематизирует имеющиеся данные об их структуре и физико-химических свойствах. В результате этой работы диссертантом найден оптимальный для иттербиевого лазера тип ОУН, которые в дальнейшем успешно применялись в экспериментах.

Следует особо выделить разработку Ю.С. Федотовым лабораторной технологии создания насыщаемого поглотителя, которая была реализована в Отделе лазерной физики и инновационных технологий научно-исследовательской части Новосибирского государственного университета. Разработанная технология, безусловно, представляет практический интерес, как для исследовательских групп, так и для высокотехнологичных компаний, занятых в области фотоники.

Диссертация написана и оформлена в соответствии с требованиями ВАК, материал изложен последовательно, при этом все заключения диссертации логично вытекают из ее текста. Тем не менее, следует сделать некоторые замечания:

1. В схеме лазера на рис.17 диссертант дополнительно включает в резонатор 5,46 км телекоммуникационного световода SMF28, который предназначен для работы в спектральном диапазоне вблизи 1,55 мкм. При этом хорошо известно, что в диапазоне длин волн вблизи 1 мкм данный световод не

является одномодовым. В диссертации Ю.С. Федотова не указано, как влияет факт неодномодовости на работу сверхдлинного лазера.

2. Не совсем ясно, в чем преимущество широкополосного волоконного зеркала, описанного в параграфе 4, которое Ю.С. Федотов изготовил на основе волоконных циркуляторов излучения, ведь его можно сделать из обычного сплавного волоконного ответвителя по схеме интерферометра Саньяка. Также вызывают сомнения рабочие характеристики данного зеркала, а именно пропускание составляет 50%, тогда как отражение – 90%.
3. Описывая схему перестраиваемого импульсного иттербиевого лазера, автор апеллирует понятием «*широкий рабочий спектральный диапазон призмы*», не указав, что же оно обозначает. Также нелишним было бы указать, во-первых, каковы характеристики спектральной функции пропускания (отражения) призмного селектора, ведь от этого во многом зависят спектральные характеристики самого лазерного излучения, а во-вторых, более подробно описать принцип работы призмного селектора длин волн, а не ограничиваться словами «*Качание призмы...*».
4. Описывая технологию изготовления насыщаемого поглотителя на основе ОУН, автор сообщает: «*На Рис. 41 изображены спектры поглощения исследуемых образцов ОУНТ, произведенных по трём технологиям*». При этом он не указывает, что это были за образцы: суспензии ОУН или что-то другое.
5. Лазер, показанный автором на рис.47, излучает импульсы с довольно узким спектром шириной менее 1 нм. При этом отсутствует какая-либо информация о том, можно ли увеличить ширину спектра, например, за счет юстировки поляризационного контроллера, выбором параметров насыщаемого поглотителя или другими настройками лазерного резонатора.
6. Рассматривая полностью волоконный двулучепреломляющий фильтр, диссертант пишет: «*На Рис. 52 изображена функция пропускания ДВФ, рассчитанная на основе выражения (...) для отрезков ПП волокон разной длины 1 м, 0,5 м и 2 м и углами сварки, соответственно, в 45°, 30° и 70°*».

Однако рис.52 содержит только три кривых, маркированных индексами T1, T2 и T3, которые непонятно чему соответствуют.

7. Ю.С. Федотов довольно подробно описал принципы работы «идеального» ДВФ, однако не счел нужным более подробно описать принцип спектральной селекции излучения в лазере, изображенном на рис.53. При этом, исходя из текста диссертации, совершенно неясно, откуда берется поляризационная чувствительность этого резонатора, столь необходимая для эффективной работы предложенного ДВФ.

Однако эти замечания и недочеты не являются принципиальными и не снижают высокой общей оценки диссертационной работы.

Основные результаты диссертации достаточно полно изложены в 12-ти научных публикациях, из которых 6 публикаций в научных периодических изданиях удовлетворяют требованиям ВАК. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Ю.С. Федотова прошла серьезную апробацию. Результаты диссертационной работы докладывались на восьми российских и международных конференциях и семинарах.

Результаты, полученные в диссертации, могут представлять интерес для предприятий и учреждений, осуществляющих разработку лазерных систем различного назначения: ООО «НТО «ИРЭ-Полус», ООО «Авеста Проект», ОАО «ПНППК», Институт автоматки и элекрометрии СО РАН, ИОФ РАН, ИПЛИТ РАН, Институт Лазерной физики СО РАН.

Диссертация Ю.С. Федотова представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для теории и практики волоконных лазеров, излучающих диссипативные солитоны с управляемыми характеристиками.

Достоверность результатов диссертации не вызывает сомнений, выводы и рекомендации диссертации обоснованы. Диссертационная работа Ю.С. Федотова на тему "Исследование режимов генерации диссипативных солитонов в

волоконных иттербиевых лазерах" полностью отвечает требованиям Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – “Лазерная физика”.

Материалы диссертации заслушаны и обсуждены на заседании семинара Научного Центра Волоконной Оптики РАН 24 марта 2014 г. (руководитель семинара – академик Е.М. Дианов).

24 марта 2014 г.

Научный сотрудник лаборатории
полых волоконных световодов НЦВО РАН,
кандидат ф.-м. наук



А.А. Крылов

Секретарь семинара НЦВО РАН,
доктор ф.-м. наук



А.С. Бирюков