

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Андрианова Алексея Вячеславовича

«Увеличение мощности и расширение диапазонов перестройки длины волны и частоты повторения ультракоротких импульсов в волоконных лазерных системах», оформленную в виде научного доклада и представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19– лазерная физика

Диссертационная работа А.В. Андрианова посвящена разработке и исследованию новых концепций повышения пиковой мощности импульсов в волоконных лазерных системах, исследованию фундаментальных вопросов генерации связанных состояний диссипативных солитонов в лазерах с синхронизацией мод, а также развитию методов спектрально-временных преобразований ультракоротких импульсов с использованием новых типов волокон, включая многосердцевинные волокна. Тематика работы, несомненно, является актуальной, находится на переднем крае современной физики волоконных лазеров, и направлена на решение важных фундаментальных и практических проблем.

Диссертация, оформленная в виде научного доклада, состоит из введения, шести глав и заключения. Первая глава посвящена разработке математических моделей и методов численного моделирования распространения и усиления излучения в лазерных системах, а также разработке методов измерения формы ультракоротких импульсов. Вторая глава посвящена практической разработке двухканальной волоконной системы, генерирующей мощные синхронизированные ультракороткие импульсы и предназначенной для работы в составе лазерного драйвера фотоинжектора электронов в немецком синхротронном центре DESY. Также в этой главе проведено численное и экспериментальное исследование увеличения энергии импульсов с помощью активных конусных волокон. В третьей главе исследуются новые возможности увеличения пиковой мощности, которые открываются при использовании многосердцевинных волокон со связанными сердцевинами. С помощью численного моделирования убедительно показано, что в световодах с сердцевинами, расположенными в узлах квадратной матрицы, на кольце, либо нескольких связанных кольцах, существуют противофазные супермоды, которые устойчивы в нелинейном режиме распространения. Примечательно, что суммарная мощность в противофазной моде, может многократно превышать самофокусировочный предел для одного пучка. В экспериментах продемонстрировано возбуждение противофазных супермод в световодах с квадратной матрицей 25 сердцевин и кольцевой структурой из 6 активных сердцевин, в последнем случае также продемонстрировано усиление. Четвертая глава посвящена разработке и исследованию новых методов высокоэффективного когерентного суммирования пучков излучения. Предложен и протестирован экспериментально новый метод, позволяющий повысить эффективность суммирования квадратного массива источников до 98%. Важно подчеркнуть, что предложенный метод идеально применим для суммирования излучения противофазной моды многосердцевинных волокон, он масштабируется на большое число каналов и пригоден для ультракоротких импульсов. Пятая глава посвящена исследованию нового режима генерации волоконного лазера с синхронизацией мод. Основываясь на использовании новой концепции перестраиваемых солитонных кристаллов, достигнута генерация последовательности импульсов со сверхвысокими частотами повторения до 250 ГГц. Также исследованы возможности полностью оптического управления отдельными импульсами в кристаллах. В шестой главе проведено исследование разнообразных способов управления фемтосекундным излучением в волокнах. Продемонстрирована генерация суперконтинуума профилированного по времени и длине волны, впервые достигнута широкополосная рамановская перестройка солитонов до длин волны 2.65 мкм

в германатных световодах, численно исследована возможность перестройки солитонов до длины волны 4.5 мкм в многосердцевинных световодах, а также экспериментально продемонстрировано сжатие до 53 фс, 100-кратное улучшение контраста и повышение пиковой мощности импульсов в многосердцевинном световоде. Демонстрация пиковой мощности 4 МВт показывает перспективность систем на основе многосердцевинных световодов.

Научная новизна результатов диссертации обусловлена большим набором предложенных и исследованных в диссертации новых методов и подходов к решению таких важных задач, как повышение энергии и пиковой мощности волоконных лазерных систем, созданию лазеров для управляемой генерации сверхвысокочастотных последовательностей фемтосекундных импульсов, разработке методов широкополосной перестройки, сжатия и управления контрастом ультракоротких импульсов с использованием нелинейных эффектов в световодах, в особенности, многосердцевинных световодах. Следует отметить высокую практическую значимость полученных в диссертации результатов. Например, результаты исследований противофазных супермод в многосердцевинных волокнах открывают перспективы для создания мощных волоконных систем нового поколения, а разработанный лазер перестраиваемых солитонных кристаллов интересен для задач радиофотоники и с точки зрения разработки устройств полностью оптической обработки информации.

Положения и результаты диссертации опубликованы в 33 статьях в журналах первого и второго квартилей по базам Scopus и/или Web of Science, что подтверждает их достоверность. Работы автора хорошо известны и цитируются российскими и зарубежными исследователями. По материалам диссертации сделано большое количество докладов на всероссийских и международных конференциях, симпозиумах и семинарах.

Диссертация является завершенным исследованием, которое можно характеризовать как научное достижение, и удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (ред. от 11.09.2021 г.), а ее автор, Андрианов Алексей Вячеславович, заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

ведущий научный сотрудник  
Научно-исследовательского Технологического  
института им. С.П. Капицы  
Ульяновского государственного университета  
кандидат физико-математических наук



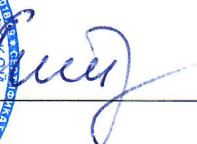
Фотиади А.А.

« 23 » сентября 2022 г.

Адрес места работы:

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», ул. Льва Толстого, дом 42,  
432970 город Ульяновск, Российская Федерация

Подпись А.А. Фотиади заверяю  
Ученый секретарь Ученого совета  
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»  
кандидат педагогических наук, доцент, зав. Кафедрой  
русского языка и методики его преподавания



Литвинко Ольга Александровна