

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 марта 2019 г. № 61

О присуждении Грудцыну Якову Викторовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Самосокращение фемтосекундных импульсов в тонком кварце в режиме множественной мелкомасштабной самофокусировки» по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика» принята к защите 17 декабря 2018 года (протокол заседания № 60) диссертационным советом Д002.023.03, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53 (ФИАН).

Соискатель, Грудцын Яков Викторович, 1987 года рождения, в 2011 году с отличием окончил факультет общей и прикладной физики Московского физико-технического института (государственного университета) и получил степень магистра по направлению «Прикладные математика и физика». С 2011 по 2014 год Грудцын Яков Викторович обучался в аспирантуре ФИАН по специальности 01.04.21 «Лазерная физика». Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2018 году ФИАН. С марта 2011 года по настоящее время Грудцын Я. В. работает в лаборатории фотохимических процессов Отделения квантовой радиофизики (ОКРФ) ФИАН, с декабря 2014 года по результатам аттестации переведён на должность младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Отделении квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова (ОКРФ) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель - Михеев Леонид Дмитриевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией фотохимических процессов ОКРФ ФИАН.

Научный консультант - Трофимов Вячеслав Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией математического

моделирования в физике факультета вычислительной математики и кибернетики (ВМК) Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. Наличие научного консультанта связано с проведением диссертантом, наряду с экспериментальными исследованиями, численных расчетов взаимодействия световых импульсов с нелинейной средой.

Официальные оппоненты:

1. Землянов Александр Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий Лабораторией нелинейно-оптических взаимодействий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН),
2. Чекалин Сергей Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий Лабораторией спектроскопии ультрабыстрых процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института спектроскопии Российской академии наук (ИСАН)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН) город Нижний Новгород, в своем положительном заключении, подписанном кандидатом физико-математических наук, Мироновым Сергеем Юрьевичем, старшим научным сотрудником Отделения нелинейной динамики и оптики ИПФ РАН, и доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Хазановым Ефимом Аркадьевичем, руководителем Отделения нелинейной динамики и оптики ИПФ РАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Денисовым Григорием Геннадьевичем, временно исполняющим обязанности директора ИПФ РАН, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, опубликовано 5 работ. Результаты работы доложены на 7 российских и международных конференциях. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Грудцыным Я.В. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. А. И. Аристов, Я. В. Грудцын, Л. Д. Михеев, А. В. Поливин, С. Г. Степанов, В. А. Трофимов, В. И. Яловой, Явление уширения спектра и самокомпрессии отрицательно чирпированных фемтосекундных импульсов видимого диапазона в кварце //Квантовая электроника. – 2012. – Т. 42. – №. 12. – С. 1097-1099.
2. С. В. Алексеев, А. И. Аристов, Я. В. Грудцын, Н. Г. Иванов, Б. М. Ковальчук, В. Ф. Лосев, С. Б. Мамаев, Г. А. Месяц, Л. Д. Михеев, Ю. Н. Панченко, А. В. Поливин, С. Г. Степанов, Н. А. Ратахин, В. И. Яловой, А. Г. Ястремский, Гибридные фемтосекундные системы видимого диапазона на основе XeF(C-A)-усилителя: состояние и перспективы //Квантовая электроника. – 2013. – Т. 43. – №. 3. – С. 190-200.
3. Я. В. Грудцын, И. Г. Зубарев, А. В. Корибут, И. Е. Кучик, С. Б. Мамаев, Л. Д. Михеев, С. Л. Семёнов, С. Г. Степанов, В. А. Трофимов, В. И. Яловой, Фазовая самомодуляция в тонком кварце в сходящемся пучке отрицательно чирпированного фемтосекундного излучения //Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45. – №. 5. – С. 415-420.
4. Ya. V. Grudtsyn, A. V. Koribut, V. A. Trofimov, and L. D. Mikheev, Femtosecond pulse self-shortening in Kerr media due to transient regime of multiple filamentation // Journal of the Optical Society of America B. – 2018. – Т. 35. – №. 5. – С. 1054-1058.
5. Я. В. Грудцын, А. В. Корибут, Л. Д. Михеев, В. А. Трофимов, Самосокращение фемтосекундных импульсов в керровских средах: роль модуляционной неустойчивости в формировании спектра // Квантовая электроника. – 2018. – Т. 48. – №. 4. – С. 306-312.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием признанных достижений в области лазерной физики.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации разработан новый метод сокращения длительности фемтосекундных импульсов, не требующий применения дополнительных к кварцевой пластинке с оптической нелинейностью дисперсионных элементов

В работе получены следующие основные результаты:

1. Реализовано четырёх – пяти кратное сокращение спектрально-ограниченных импульсов длительностью 87 фс и отрицательно-чирпированных импульсов длительностью 120 фс (длительность

спектрально-ограниченного импульса 70 фс) в образце кварца толщиной 1 мм при интенсивностях 3 ТВт/см² и 5 ТВт/см², соответственно. Сокращение обусловлено возникновением мелкомасштабной самофокусировки, в результате чего излучение из центральной части и заднего фронта импульса приобретает сильную угловую расходимость, в то время как излучение переднего фронта сохраняет расходимость, близкую к начальной, и формирует в дальней зоне короткий импульс. Данный подход предполагает возможность достижения максимальной энергетической эффективности для супергауссовых пучков, которые используются в наиболее мощных лазерных системах, и возможность масштабирования по энергии (при сохранении уровня интенсивности взаимодействия с образцом).

2. С использованием приближения медленно меняющейся волны модифицирована численная модель для расчёта взаимодействия излучения с прозрачными материалами с керровской нелинейностью, разработанная в лаборатории математического моделирования в физике ВМК МГУ. С помощью данной модели проведён численный расчёт режима самофокусировки с учетом модуляционной неустойчивости, проанализирована спектрально-угловая зависимость рассеянного излучения. Для проведения данных вычислений измерены усреднённая амплитуда начальных флуктуаций интенсивности на поперечном профиле лазерного пучка, а также сечение четырёхфотонного поглощения и нелинейный показатель преломления плавленого кварца марки КУ-1 на длине волны 473 нм, которые составили, соответственно, $\sigma_4 = (1.0 \pm 0.5) \times 10^{115} \text{ см}^8 \text{ с}^3$ и $n_2 = (2.5 \pm 0.3) \times 10^{-16} \text{ см}^2 / \text{Вт}$. Профиль сфокусированного возмущения, полученный с помощью численного моделирования, соответствует результатам эксперимента. Также соответствуют эксперименту временные и спектральные характеристики, рассчитанные для взаимодействия отрицательно-чирпированного импульса и спектрально-угловые характеристики рассеянного излучения.

Результаты работы Грудцына Я.В. оригинальны и научно обоснованы. Их достоверность подтверждается адекватным выбором экспериментальных методик, использованием современного оборудования и качественным согласием с результатами численной модели. Все результаты получены лично автором либо при его непосредственном участии.

Новизна полученных результатов заключается в следующем.

Разработан новый метод самосокращения длительности импульсов, который не требует использования дисперсионных элементов для посткомпрессии. Физические механизмы, которые лежат в основе этого метода, позволяют рассчитывать на его масштабирование по энергии. В ходе исследования явления

самосокращения длительности впервые была измерена величина сечения четырёхфотонного поглощения в кварце.

Практическая значимость работы заключается в перспективах использования разработанного метода сокращения длительности лазерных импульсов в фемтосекундных системах различного уровня пиковой мощности, что существенно расширяет экспериментальные возможности исследований в области взаимодействия фемтосекундного излучения с веществом, в частности, в спектроскопии высокого временного разрешения, для генерации аттосекундных импульсов и других применений. Измеренное в данной работе значение сечения четырёхфотонного поглощения является важным параметром для численного моделирования нелинейных процессов.

В диссертационной работе решена задача разработки метода сокращения длительности фемтосекундных импульсов, не требующего использования дисперсионных элементов для посткомпрессии, что имеет важное значение для изучения взаимодействия фемтосекундных лазерных импульсов с веществом.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

На заседании 18 марта 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Грудцыну Я.В. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 19 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.21 – Лазерная физика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 19,

против присуждения учёной степени - 0,

недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета,

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н

Колачевский Николай Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

18 марта 2019 г.