

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.063.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 мая 2018 г., протокол №

О присуждении ГАНИНУ ДАНИИЛУ ВАЛЕНТИНОВИЧУ, гражданину
РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование процессов контролируемого формирования пространственных микроструктур при фокусировке излучения фемтосекундных лазеров в объем прозрачного материала» по специальности 01.04.21 — Лазерная физика принята к защите «26» февраля 2018 г. № протокола 181 диссертационным советом Д 002.063.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук (119991 Москва, ул. Вавилова, 38, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.).

Соискатель Ганин Даниил Валентинович 1991 года рождения. В 2014 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». В 2016 году окончил магистратуру Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению «Ядерная физика и технологии». В 2014 году соискатель поступил в аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Центре физического приборостроения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук.

Научный руководитель — кандидат физико-математических наук Вартапетов Сергей Каренович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, Центр физического приборостроения, ведущий научный сотрудник ЦФП ИОФ РАН, директор ООО «Оптосистемы».

Официальные оппоненты:

Козловский Владимир Иванович, доктор физико-математических наук, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, заведующий лабораторией лазеров с катодно-лучевой накачкой;

Минаев Никита Владимирович, кандидат физико-математических наук, Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» РАН, «Институт фотонных технологий», научный сотрудник отдела атомно-молекулярной технологии

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), г. Новосибирск, в своем положительном заключении, подписанном Достоваловым Александром Владимировичем, кандидатом физико-математических наук, научным сотрудником, лаборатория волоконной оптики, и утвержденном временно исполняющем обязанности директора ИАиЭ СО РАН, заведующим лабораторией волоконной оптики, член-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук, профессором Бабиным Сергеем Алексеевичем,

указала, что выполненная на высоком научном уровне диссертационная работа Д.В. Ганина удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

В отзыве указаны следующие замечания.

1) В работе рассматривается влияние сферической аберрации линз на область модификации, однако не приводятся объяснения, почему другие аберрации при этом не учитываются, например, хроматическая аберрация, а также условия, при которых другие аберрации будут также вносить заметный вклад в область модификации.

2) В работе в параграфе 6.2.1 приводится утверждение, что «Использование жидкой среды позволяет устранить последствия таких эффектов как самофокусировка и самоканалирование». Однако стоит пояснить данное утверждение, поскольку и в жидкой среде возможна самофокусировка, которая наблюдалась в одной из первых работ по этой теме именно в жидкостной среде [Пилипецкий Н.Ф., Рустамов А.Р Письма ЖЭТФ,2, 1965 г].

3) В параграфе 4.3 представлены результаты по формированию микрокапилляра в режиме высокочастотного воздействия (120 нДж, 500 кГц и 0.6 мм/с). При этом как видно из рис. 51, размер полости равен примерно 5 мкм. В то же время на рис. 49 представлен график зависимости высоты полости от расстояния между пятнами фокусировки для (150 нДж, 2 МГц, 42 мм/с-140 мм/с) из которого следует, что размер полости увеличивается с уменьшением расстояния между импульсами (т.е. с уменьшением скорости сканирования) и лежит в пределах 100 мкм. В первом случае расстояние между импульсами уменьшается, т.к. скорость на несколько порядков меньше, что должно было привести к увеличению размера. Как автор работы может объяснить данное несоответствие.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 8 работ в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и один патент на изобретение.

Список наиболее значительных работ:

1. Ганин Д.В., Лапшин К.Э., Обидин А.З., Вартапетов С.К. Особенности прямого формирования графитоподобных микроструктур внутри образцов поликарбоната одиночными фемтосекундными лазерными импульсами // Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45. – №. 11. – С. 1029.
2. Вартапетов С.К., Ганин Д.В., Лапшин К.Э., Обидин А.З. Формирование циклических внутриобъемных структур в прозрачных диэлектриках с помощью фемтосекундного лазера // Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45. – №. 8. – С. 725.
3. Ganin, D.V., Obidin, A.Z., Lapshin, K.E., Vartapetov, S.K. Femtosecond laser fabrication of periodical structures in bulk of transparent dielectrics // Physics Procedia. – 2015. – Т. 73. – С. 67-73.
4. Bukharin M.A., Skryabin, N.N., Ganin, D.V., Khudyakov, D.V., Vartapetov, S.K. Techniques of surface optical breakdown prevention for low-depths femtosecond waveguides writing // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2016. – Т. 737. – №. 1. – С. 012015.
5. Ganin D.V., Lapshin, K.E., Obidin, A.Z., Vartapetov, S.K. Femtosecond laser fabrication of linear graphitized microstructures in a bulk of polycarbonate samples // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2016. – Т. 737. – №. 1. – С. 012023.
6. Ganin, D.V., Obidin, A.Z., Lapshin, K.E., Vartapetov, S.K. Managing of spatial characteristics of internal modifications by means of optical delay in cases of femtosecond micromachining of materials // Laser Optics (LO), 2016 International Conference. – IEEE, 2016. – С. R5-8-R5-8.
7. Ganin D.V., Lapshin, K.E., Obidin, A.Z., Vartapetov, S.K. Single-pulse perforation of thin transparent dielectrics by femtosecond lasers // Applied Physics A. – 2017. – Т. 123. – №. 5. – С. 378.
8. Ganin D.V., Lapshin, K.E., Obidin, A.Z., Vartapetov, S.K. High-precision cutting of polyimide film using femtosecond laser for the application in flexible electronics // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2017. – Т. 945. – №. 1. – С. 012019.
9. Вартапетов С.К., Обидин А.З., Ганин Д.В. Способ и устройство формирования прецизионных отверстий в оптически прозрачной пленке сверхкоротким импульсом лазерного излучения. Патент РФ №2551043. 2015.

На автореферат поступил отзыв от Ягафарова Оскара Фаитовича, кандидата физико-математических наук, генерального директора ООО «СВД.Спарк». Отзыв положительный. Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их работ в области лазерной физики и высокой степенью научного авторитета, обусловленного компетентностью и значимостью их работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Экспериментально установлено, что при облучении пластины прозрачного материала сфокусированным фемтосекундным лазерным импульсом возникающая линейная микромодификация (микроразрушение) в объеме пластины формируется за счет конкурирующих двух механизмов.
2. Показана и исследована возможность временного разделения механизмов формирования линейной микромодификации, путем внесения оптических задержек в различные части фокусируемого лазерного пучка;
3. Экспериментально установлено, что при облучении некоторых прозрачных материалов фемтосекундными импульсами с перекрытием пятен фокусировки возможно возникновение нежелательного «циклического» режима микрообработки, при котором область фокальной перетяжки периодически смещается по направлению к объективу до определенного значения и затем возвращается в исходное положение.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что установлен факт влияния периферийных лучей на развитие самофокусировки приосевых лучей, что приводит к уменьшению размера внутриобъемных микромодификаций формируемых единичными фемтосекундными лазерными импульсами. В численном эксперименте показана возможность трансформации гауссового распределения интенсивности в дифракционную

картину френелевского типа, что ведет к существенному изменению пространственных характеристик внутриобъемных микромодификаций, формируемых фемтосекундными лазерными импульсами.

Научная новизна диссертации заключается в следующем.

Предложен практически реализуемый способ управления длиной внутриобъемных микромодификаций при их формировании с помощью фемтосекундных лазерных импульсов.

Продемонстрирована возможность контролируемого создания (с помощью фемтосекундных лазеров) внутриобъемных микромодификаций с необходимыми пространственными характеристиками в широком диапазоне глубин фокусировки без изменения оптической схемы. Обнаружен и исследован режим фемтосекундной микрообработки, при котором в процессе облучения некоторых прозрачных материалов фемтосекундными импульсами с перекрытием пятен фокусировки возможно возникновение «циклического» режима, который ухудшает качество обработки материалов и является нежелательным для многих применений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается следующим.

Определены ключевые зависимости и параметры фемтосекундной обработки, позволяющие контролируемо формировать внутриобъемные микромодификации с заданными пространственными характеристиками. Реализованы методики прецизионной резки прозрачных материалов с учетом особенностей формирования микроструктур с помощью фемтосекундных импульсов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты расчетов и моделирования согласуются с имеющимися экспериментальными данными и теоретическими представлениями. Реализованы на их основе рабочие технологии микрообработки прозрачных диэлектриков.

Личный вклад соискателя состоит в проведении экспериментов, и

теоретических расчетов, обработке и анализе экспериментальных данных, интерпретации результатов, участии в написании статей, выступлении на конференциях и семинарах с полученными научными результатами.

На заседании 21 мая 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Ганину Д.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту «0» человек, проголосовали: за «18», против «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель диссертационного совета
академик РАН



И.А. Щербаков

Ученый секретарь диссертационного совета
канд. физ.-мат. наук

Т.Б. Воляк

22.05.2018 г.