

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Миронова Сергея Юрьевича

**"Формирование трехмерного пространственно-временного распределения интенсивности излучения фемтосекундных лазеров"**, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Диссертационная работа, краткое содержание которой представлено в автореферате, посвящена вопросам, связанным с управлением пространственно-временными параметрами фемтосекундных лазерных импульсов. Структурно диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

В первой и второй главах обсуждаются методы улучшения временных характеристик лазерных импульсов с пиковой интенсивностью единицы  $\text{ТВт/см}^2$ . Указанный диапазон интенсивностей соответствует значениям интенсивности в несфокусированных лазерных пучках петаваттного уровня мощности. Рассмотренные задачи представляют интерес для области лазерной физики, посвященной сверхмощным лазерам и экстремальным световым полям. В первой главе рассматриваются вопросы увеличения пиковой мощности за счет дополнительного сокращения длительности лазерных импульсов. Метод основан на использовании эффекта фазовой самомодуляции в средах с кубической нелинейностью, возникающего при распространении интенсивных ( $\text{ТВт/см}^2$ ) импульсов в тонких прозрачных диэлектриках. Эффект приводит к тому, что импульс приобретает дополнительную модуляцию фазы (по большей части линейный частотный чирп) и модифицирует спектр. Коррекция фазы спектра позволяет сократить длительность и, тем самым, увеличить пиковую мощность. Данная задача решалась как для исходных спектрально-ограниченных импульсов, так и для импульсов с наличием aberrаций фазы спектра третьего и четвертого порядка. В работе был предложен оригинальный способ адаптации данного метода для лазерных пучков с поперечным распределением интенсивности в виде функции Гаусса. Теоретические результаты были подтверждены экспериментами, выполненными в различных лабораториях мира. Вторая глава посвящена вопросам повышения временного контраста у сверхмощных лазерных импульсов. В главе рассмотрены задачи по использованию высокоэффективной генерации второй гармоники интенсивных лазерных импульсов в условиях значительного влияния эффектов квадратичной и кубической нелинейности для увеличения временного контраста и для дополнительного сокращения длительности. Фактически сокращение длительности основано на эффекте рассмотренном в первой главе, за исключением того, что импульс второй гармоники уширяет свой спектр уже на этапе своей генерации за счет влияния

кубической нелинейности самого кристалла удвоителя. Представленные экспериментальные результаты по эффективности преобразования во вторую гармонику (более 50%) демонстрируют перспективность реализации данного подхода в большеапертурных пучках петаваттного уровня мощности. В главе также рассмотрены оригинальные методы увеличения временного контраста за счет использования каскадной квадратичной нелинейности.

Третья глава посвящена вопросам создания лазеров для фотоинжекторов электронов с возможностью управления трехмерным пространственно-временным распределением интенсивности лазерных импульсов. Необходимость профилирования лазерных импульсов обусловлена влиянием трехмерной формы лазерного импульса на параметры генерируемых с поверхности фотокатода электронных сгустков. Рассмотрены задачи по формированию сложных распределений интенсивности таких как треугольник во времени, цилиндр и эллипсоид в пространстве на временных масштабах в десятки и сотни пикосекунд. Обсуждаются вопросы сохранения формы лазерных импульсов в процессах генерации второй и четвертой гармоники. Результаты третьей главы диссертационной работы востребованы для создания лазерных систем в крупнейших ускорительных центрах мира таких как DESY, XFEL, JINR и другие. Более того, для ускорительного центра DESY уже был создан лазер с возможностью управления формой лазерных импульсов, а с его использованием были получены первые электронные пучки с зарядом 0.5 нКл.

Представленные результаты диссертационной работы опубликованы в двадцати трех статьях рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. В целом автореферат написан понятным научным языком и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание степени д.ф.-м.н. по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Автор работы С. Ю. Миронов достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Доктор физико-математических наук, профессор,  
заведующий лабораторией Газовых лазеров  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт сильноточной  
электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН)  
634055 г. Томск  
проспект Академический, 2/3  
+7(382)249-1891  
losev@ogl.hcei.tsc.ru



Лосев Валерий Федорович

Подпись Лосева Валерия Федоровича удостоверяю:

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук  
тел. +7(382)2491-947  
email: pegel@lfe.hcei.tsc.ru

Доктор физико-математических наук

«17» августа 2018

И.В. Пегель

