

УДК 621.373.826

Создание системы формирования временного профиля импульса наносекундной лазерной установки на основе амплитудной спектральной модуляции

Васькин В.М. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Петров А.А. (ИТМО)

Введение. Пространственное и временное профилирование лазерных импульсов играет ключевую роль в задачах взаимодействия излучения с веществом. В установках, которые предназначены для исследования лазерной плазмы, происходит управление лазерным излучением большой мощности, которое необходимо сфокусировать на мишени. На таких установках важную роль играет формирование временного профиля лазерного импульса, где большую практическую значимость имеет возможность целенаправленного изменения профиля импульса во времени в соответствии с практическими потребностями. В настоящей работе проводится разработка и моделирование системы формирования временного профиля импульса наносекундной лазерной установки на основе амплитудной спектральной модуляции. Создание подобных систем актуально для решения отдельных задач в области лазерной физики и взаимодействия мощного лазерного излучения с веществом, таких как лазерный термоядерный синтез, оптическое параметрическое усиление лазерных импульсов и управление импульсом давления в нагружаемых лазерных мишенях [1,2].

Основная часть. В ходе работы была проведена оптимизация расчёта и моделирования стретчера, а также разработана схема интегрирования в наносекундную лазерную установку. В качестве прибора, растягивающего лазерный импульс во времени, благодаря относительной простоте сборки и расчёта параметров, а также относительно меньшей стоимости элементов был выбран двухпроходный однорешётчатый стретчер Мартинеза. В данном стретчере применяется дифракционная решётка (ДР) размерами 220x110 мм с частотой штрихов 1740 мм⁻¹ и 2Nf оптическая система, состоящая из линзы и плоского зеркала [3].

В среде MATLAB было проведено моделирование двух режимов работы стретчера: в первом лазерный импульс проходит полностью без изменения временного профиля, лишь растягиваясь во времени («чирпирование» [4]), а во втором изменяет временной профиль после амплитудной спектральной модуляции. В первом режиме центральная длина волны составляет 1053 нм, ширина спектральной полосы пропускания 3 нм, во втором - центральная длина волны 1052 нм, ширина спектральной полосы 2 нм. Диаметр входного лазерного пучка одинаков для всех режимов и составляет 15,9 мм. В обоих вариантах достигался максимально возможный параметр чирпирования лазерного импульса для достижения наибольшего растяжения импульса по времени. Это выполнено путём изменения угла падения и расстояния между дифракционной решёткой и линзой. В результате получено, что для первого случая расчетный параметр чирпирования составил 514,46 пс/нм, для второго 785,19 пс/нм, а углы падения соответственно 61 и 59,12 градусов.

Смоделированный стретчер будет применяться в наносекундной лазерной установке для управления временным профилем лазерного импульса. В ходе работы была разработана схема интегрирования в данную установку, в которую входят два телескопа Галилея, расположенных до и после стретчера Мартинеза, состоящих из линз с фокусными расстояниями $F_1 = -267,6$ мм и $F_2 = 707,1$ мм. Данные системы обеспечивают расширение пучка, вводимого в стретчер, и его обратное сжатие, что необходимо для снижения пространственных искажений в схеме стретчера.

Данная система способна изменять временной профиль лазерного импульса путём перемещения зеркала в фокальной плоскости линзы телескопической системы стретчера. Край зеркала отсекает спектральные компоненты, образуя резкий временной фронт импульса. Параметр чирпирования при переходе от первого режима ко второму регулируется

изменением угла падения на решётку и подбором расстояния между дифракционной решёткой и линзой.

Выводы. В ходе работы проведены моделирование стретчера Мартинеза для определённого диапазона углов падения на ДР от 58 до 62 градусов, разработка и сборка схемы системы формирования временного профиля импульса наносекундной лазерной установки на основе амплитудной спектральной модуляции.

Список использованных источников:

1. Илькаев Р. И., Гаранин С. Г. Исследование проблем термоядерного синтеза на мощных лазерных установках // Вестник РАН. 2006 Т. 76, № 6 С. 503–513.
2. Гуськов С. Ю. Быстрое зажигание мишеней инерциального синтеза // Физика плазмы. 2013 Т. 39, № 1 С. 3–59.
3. Оптика стретчеров: генерация ультракоротких импульсов А.Гитин, Институт нелинейной оптики и спектроскопии ультракоротких импульсов им. М.Борна, Берлин, ФОТОНИКА 3/2010.
4. Яковлев И.В. Стретчеры и компрессоры для сверхмощных лазерных систем // Квантовая электроника, 2014, 44, № 5, 393-414.

Васькин В.М. (автор)

Подпись

Петров А.А. (научный руководитель)

Подпись