

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 537.876.2

DOI: 10.17223/00213411/64/3/161

И.А. ЗЯТИКОВ, В.Ф. ЛОСЕВ, В.Е. ПРОКОПЬЕВ, Д.М. ЛУБЕНКО, Е.А. САНДАБКИН

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИМПУЛЬСА СВЕРХИЗЛУЧЕНИЯ НА ИОНАХ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА В ВОЗДУШНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЕ *

Представляются результаты исследования длительности импульса сверхизлучения на ионах молекулярного азота в воздухе для различных условий фокусировки фемтосекундного импульса излучения с длиной волны 950 нм. Анализируются параметры активной среды и предлагается механизм формирования пикосекундной длительности импульса сверхизлучения при фемтосекундной длительности затравочного импульса.

Ключевые слова: сверхизлучение, лазерная плазма, молекулярные ионы азота, длительность импульса, коэффициент усиления, затравочный импульс излучения.

Введение

Сверхизлучение (СИ) в филаменте на первой отрицательной системе иона молекулярного азота (переход $B^2\Sigma_u^+ - X^2\Sigma_g^+$), излучающего на длинах волн 391.4 и 427.8 нм в направлении вперед, было впервые получено в 2011 г. при накачке коротким интенсивным инфракрасным лазерным импульсом на длинах волн в средней ИК-области ($\lambda = 1.2\text{--}2.9$ мкм) [1]. Для возникновения СИ использовалось дополнительное (затравочное) излучение на третьей или пятой гармониках накачки, длина волны которого совпадала с соответствующим переходом иона молекулярного азота. Под СИ мы понимаем высоконаправленное вынужденное излучение в активной среде (АС) без резонатора, т.е. генерацию на бегущей волне. В дальнейших публикациях СИ возникало как в присутствии внешнего излучения на длинах волн СИ [2–4], так и без него [5, 6]. Для случая без внешнего запускающего импульса излучения считается, что в его качестве выступает излучение суперконтинуума, возникающего в филаменте одновременно с излучением ионов молекулярного азота.

Одним из важнейших параметров СИ является длительность импульса. В первых работах считалось, что длительность импульса СИ должна быть спектрально ограниченной (~ 1 пс) [4, 6]. Однако в последствии оказалось, что в большинстве работ длительность существенно больше (2–7.8 пс) [3, 7–12]. Для измерения длительности СИ начали использовать кросскорреляционную технологию [13, 14], или прямое измерение стрик-камерой с высоким временным разрешением [7, 8]. В кросскорреляционном методе регистрируется сигнал суммарной частоты при сложении в нелинейном кристалле пучка накачки и СИ. Характерные времена СИ практически во всех работах находятся в пикосекундном диапазоне (1.1–7.8 пс) [3, 8–12].

В большинстве работ, посвященных определению длительности СИ на ионах молекулярного азота, приводится длительность только для своих экспериментальных условий (энергия и длительность фемтосекундного импульса накачки, фокусное расстояние линзы, давление азота) и не исследуются условия получения СИ в воздухе для различной длины филамента, величины коэффициента усиления и т.д. Кроме этого, в работах отсутствует объяснение такого факта – практически все говорят об усилении затравочного импульса фемтосекундной длительности, либо о том, что он запускает механизм усиления, но все регистрируют импульс СИ пикосекундной длительности.

Цель настоящей работы – исследование поведения длительности импульса сверхизлучения на ионах молекулярного азота ($\lambda = 427.8$ нм) в воздухе для различных условий фокусировки импульса излучения с длиной волны 950 нм и длительностью 60 фс, проведение анализа параметров активной среды в этих условиях и определение механизма, ответственного за формирование пикосекундной длительности импульса СИ.

Аппаратура и методики экспериментов

Эксперименты проводились на Ti:Sa-лазерной системе, которая формировала спектрально-ограниченный импульс с центральной длиной волны 950 нм, длительностью 60 фс (FWHM), энер-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 20-08-00060 и 19-48-700016 p_a.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>