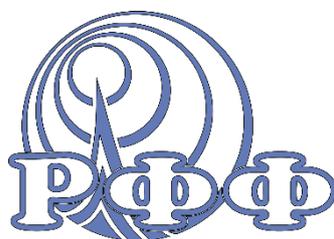


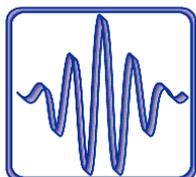


Национальный
исследовательский

**Томский
государственный
университет**



Радиофизический факультет



9-я Международная научно-практическая конференция
**Актуальные проблемы радиофизики
АПР-2021**

Сборник трудов конференции

при поддержке:



20-22 октября 2021 года
г. Томск

Оценка предельных температур широкополосной засветки в высокоскоростных активных оптических системах

Торгаев Станислав Николаевич^{1,2}

Каширский Данила Евгеньевич¹

Кулагин Антон Евгеньевич²

Евтушенко Геннадий Сергеевич^{2,3}

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет

³Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы

E-mail: torgaev@mail.tsu.ru

На сегодняшний день активные среды на парах металлов находят широкое применение в качестве усилителей яркости в активных оптических системах. Данные системы позволяют осуществлять диагностику объектов и процессов, находящихся в экстремальных условиях, которые сопровождаются наличием мощной фоновой засветки [1]. Применение активных сред на парах металлов обусловлено такими их свойствами как высокое усиление, импульсно-периодический режим работы и узкая ширина спектра усиления. При этом повышение скорости визуализации возможно за счет разработки высокочастотных усилителей яркости (более 100 кГц). Работа при таких частотах следования импульсов накачки обеспечивается в активных средах малого объема и при соблюдении режима пониженного энерговыклада в разряд. В данном случае происходит уменьшение энергии собственных шумов усилителя яркости, что может привести к искажениям, получаемых изображений, при сравнительно невысоких яркостных температурах засветки. Данная работа направлена на теоретическое исследование предельных температур широкополосной засветки в высокоскоростных активных оптических системах.

Оценка предельных температур осуществлялась по методике, описанной в работах [2]. Для проведения подробных исследований для различных частот следования требуется определенный набор данных: диаметр пучка, температура газа и т.д. Однако получение данных параметров экспериментальным путем весьма затруднительно. В связи с этим исследования высокочастотных активных сред на парах бромида меди проводились с привлечением детальной кинетической модели [3-5]. Моделирование проводилось для газоразрядной трубки диаметром 0,7 см и длиной активной зоны 28 см при частотах следования импульсов накачки от 150 до 300 кГц.

Оценки предельных температур требует детального учета уширения линий активной среды для длин волн 510,6 и 578,2 нм. Атомы меди обладают ненулевым магнитным дипольным моментом и электрическим квадрупольным моментом, что приводит к расщеплению атомных уровней на ряд сверхтонких компонент. Частоты сверхтонких компонент и относительные интенсивности переходов между ними для смеси двух стабильных изотопов ⁶³Cu и ⁶⁵Cu определялись по соотношениям, представленным в [6-9]. Профиль линии излучения лазера моделировался как свертка профилей Фойгта (естественное, столкновительное и доплеровское уширение) [9] всех сверхтонких компонент с учетом их относительной интенсивности и изотопной распространенности. На рисунке 1 представлены контуры зеленой и желтой линий излучения активной среды на парах бромида меди.

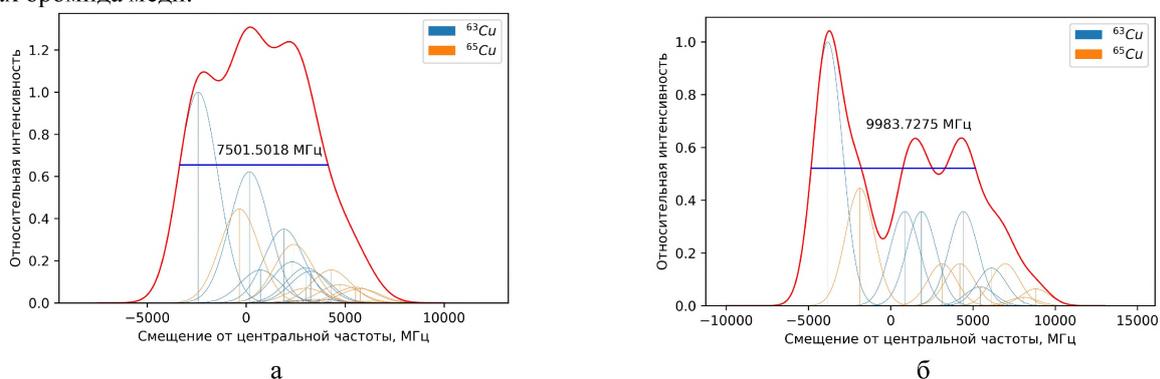


Рис. 1. Контур зеленой (а) и желтой (б) линии излучения активной среды на парах бромида меди

Таким образом, учет расщепления атомных уровней на сверхтонкие компоненты позволяет более детально выполнить оценки собственных шумов усилителей яркости на парах бромида меди. В частности, при учете только доплеровского уширения, без расщепления линий, ширина спектра получается примерно в 3 раза меньше. Привлечение методов кинетического моделирования позволил выполнить оценки для активных сред различной геометрии работающих в широком диапазоне частот (от 150 до 300 кГц). Также были выполнены оценки

пределных температур внешних фоновых засветок при работе активных сред в качестве усилителей яркости в задачах визуальной диагностики быстропротекающих процессов.

Список публикаций:

[1] Evtushenko G.S., Torgaev S.N., Trigub M.V., Shiyarov D.V., Evtushenko T.G., Beloplotov D.V., Lomaev M.I., Sorokin D.A., Tarasenko V.F. *Methods and Instruments for Visual and Optical Diagnostics of Objects and Fast Processes*. NOVA Science Publishers, 2018. 250 p. ISBN: 978-1-53613-568-5, ISSN: 2473-3679.

[2] Торгаев С.Н., Чертихина Д.С., Шаглунов А.А. // *Вестник науки Сибири*. 2013. Vol. 8, no. 3. P. 6-12. (ISSN: 2226-0064)

[3] Torgaev S.N., Kulagin A.E., Evtushenko T.G., Evtushenko G.S. // *Optics Communications*. 2019. Vol. 440, P. 146-149. (DOI: 10.1016/j.optcom.2019.01.061, ISSN: 00304018)

[4] Evtushenko G.S., Torgaev S.N., Trigub M.V., Shiyarov D.V., Evtushenko T.G., Kulagin A.E. // *Optics Communications*. 2017. Vol. 383, P. 148-152. (DOI: 10.1016/j.optcom.2016.09.001, ISSN: 00304018)

[5] Torgaev S.N., Kulagin A.E., Evtushenko G.S. // *Optics Communications*. 2020. Vol. 460. P. 1-6. (DOI: 10.1016/j.optcom.2019.125136)

[6] Tenenbaum J., Smilanski I., Gabay S. et al. // *Optics Communications*. 1980. Vol. 32, no. 3. P. 473.

[7] Sobel'man I.I. *Introduction to the theory of atomic spectra*. Oxford: Pergamon Press, 1972. 626 p.

[8] Sato M. // *Progress of Theoretical Physics*. 1955. Vol. 13, no. 4. P. 405.

[9] Milonni P.W., Eberly J.H. *Laser physics*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2010. 848 p.

[8] Тарасенко В. Ф., Бакут Е. Х., Ерофеев М. В., Бураченко А. Г. // *Оптика и спектроскопия*. 2021. Т. 129. № 6. С. 569.