

1.1. Нелинейная динамика многомодового излучения, исследованная методом модовой декомпозиции

Nonlinear Dynamics of Multimode Beams Investigated by Mode Decomposition Method

Авторы: Д.С. Харенко^{1,2,*}, М.Д. Гервазиев^{1,2}, Н. Н. Смолянинов¹,
М. Ферраро³, Ф. Манджини³, М. Дзителли³, С. Вабниц^{2,3}, Е.В.
Подивилов^{1,2}, С.А. Бабин^{1,2}

¹Институт автоматизации и электрометрии СО РАН (ИАиЭ СО РАН), г. Новосибирск

²Новосибирский государственный университет (НГУ), г. Новосибирск

³ Римский университет Ла Сапиенца, Рим, Италия

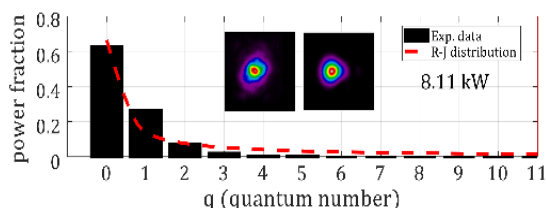
Authors: D.S. Kharenko^{1,2,*}, M.D. Gervaziev^{1,2}, N.N. Smolyaninov¹, M.
Ferraro³, F. Mangini³, M. Zitelli³, S. Wabnitz^{2,3}, E.V. Podivilov^{1,2},
S.A. Babin^{1,2}

¹Institute of Automation and Electrometry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk (IA&E SB RAS, Novosibirsk)

²Novosibirsk State University (NSU, Novosibirsk)

³DIET, Sapienza University of Rome, Italy

Проведён анализ многомодовых (ММ) пучков, распространяющихся по световоду в режиме керровской самоочистки с нулевым [1] и ненулевым [2] орбитальным угловым моментом, и генерируемых в ММ ВКР-лазере [3], с помощью разработанного метода модовой декомпозиции (МД) [4]. Установлено, что при увеличении мощности распределение по модам приближается к теоретически предсказанному обобщённому распределению Рэлея-Джинса (соответственно, происходит «термализация» мод при распространении), вид которого зависит от суммарного углового орбитального момента (рис. 1.1, а). При непрерывной генерации в ММ ВКР-лазере значительная доля мощности стоксового пучка содержится в фундаментальной моде (~40%), а распределение становится экспоненциальным (рис. 1.1, б). Для создания произвольной фазовой маски при декомпозиции используется пространственный модулятор света, так что при освещении масок ММ излучением можно получить информацию как об амплитуде, так и о фазе каждой моды. Последовательный перебор масок позволяет получить полную информацию о модовом составе поля.



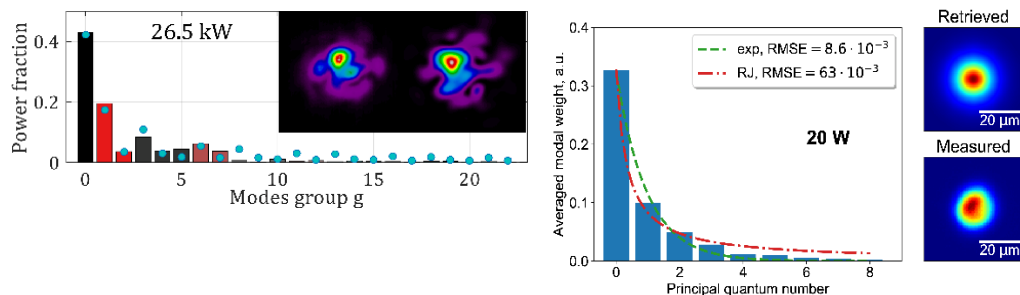


Рис. 1.1. Слева – экспериментальные результаты (столбцы) МД для пучка в режиме самоочистки нулевым (сверху) и ненулевым угловым орбитальным моментом (снизу). Справа – распределение мощности по модам в Stokesовом пучке ММ ВКР-лазера. Штриховые и штрих-пунктирные линии – аппроксимации для экспоненциального закона и распределения Рэля-Джинса соответственно. На вставках – измеренные и восстановленные профили пучков

Fig. 1.1. Left — experimental results (bins) MD for the self-cleaning beam with zero (top) and nonzero angular orbital momentum (bottom). Right — the power distribution over modes in the Stokes beam of a MM Raman laser. Dashed and dash-dotted lines are approximations for the exponential law and the Rayleigh-Jeans distribution, respectively. Insets show measured and reconstructed beam profiles

Multimode (MM) beams propagating along the optical fiber in the Kerr self-cleaning mode with zero [1] and nonzero [2] orbital angular momentum and generated in an MM Raman laser [3] are analyzed using the developed method of mode decomposition (MD) [4]. It has been established that with increasing power, the mode distribution tends to the theoretically predicted generalized Rayleigh-Jeans distribution (respectively, the "thermalization" of modes occurs during propagation), the form of which depends on the total angular momentum (Fig. 1.1, left). In the case of CW generation in a MM Raman laser, a significant fraction of the Stokes beam power is contained in the fundamental mode (~40%), and the distribution among other modes becomes exponential (Fig. 1, right). To create an arbitrary phase mask during decomposition, a spatial light modulator is used, so that when the masks are illuminated with MM radiation, information can be obtained both on the amplitude and on the phase of each mode. Sequential enumeration of masks makes it possible to obtain complete information about the modal composition of the field.

Публикации/References:

1. Statistical mechanics of beam self-cleaning in GRIN multimode optical fibers / Mangini F., Gervaziev M., Ferraro M., Kharenko D.S., Zitelli M., Sun Y., Couderc V., Podivilov E.V., Babin S.A., Wabnitz S. // Optics Express. – 2022. – V.30. – №7. – P. 10850-10865. – DOI 10.1364/OE.449187.

2. Thermalization of Orbital Angular Momentum Beams in Multimode Optical Fibers / Podivilov E.V., Mangini F., Sidelnikov O.S., Ferraro M., Gervaziev M., Kharenko D.S., Zitelli M., Fedoruk M.P., Babin S.A., Wabnitz S. // *Physical Review Letters*. – 2022. – V.128. – № 24. – P.243901. – DOI 10.1103/PhysRevLett.128.243901.
3. Mode-resolved analysis of pump and Stokes beams in LD-pumped GRIN fiber Raman lasers / D.S.Kharenko, M.D. Gervaziev, A. G. Kuznetsov, E. V. Podivilov, S. Wabnitz, S. A. Babin // *Optics Letters*. – 2022. – V.47. – №5. – P. 1222-1225. – DOI 10.1364/OL.449119.
4. Mode decomposition of multimode optical fiber beams by phase-only spatial light modulator / Gervaziev M.D., Zhdanov I.S., Kharenko D.S., Gonta V.A., Babin S.A., Volosi V., Podivilov E.V., Wabnitz S. // *Laser physics letters*. – 2021. – Vol. 18, № 1. – P. 015101. – DOI 10.1088/1612-202X/abcf27.