

Высокостабильные структуры связанных ультракоротких импульсов в волоконных лазерах

Highly stable structures of bound ultrashort pulses in fiber lasers

Авторы: Комаров А.К., Комаров К.П. (ИАуЭ СО РАН); Sanchez F. (Angers University, France)

Authors: Komarov A.K., Komarov K.P. (IAE SB RAS); Sanchez F. (Angers University, France)

На основе численного моделирования и аналитических расчетов обнаружены связанные состояния ультракоротких импульсов в волоконных лазерах с энергией связи в несколько десятков процентов от энергии одиночного импульса. Показано, что два взаимодействующих солитона могут образовывать устойчивые состояния с различными квантовыми значениями энергии связи (рис. 1.5, *a*). Нечетным уровням соответствуют антисимметричные полевые функции, четным – симметричные функции. В силу большой энергии связи многосолитонные «молекулы» демонстрируют высокую степень стабильности к различного типа возмущениям. Полученные результаты представляют интерес для реализации различных режимов генерации на основе связанных солитонов (режимы с различными расстояниями между солитонами, генерация цугов эквидистантных импульсов, режимы гармонической пассивной синхронизации мод и т. д.). Другой возможной областью приложения является реализация высокостабильных помехоустойчивых информационных последовательностей ультракоротких импульсов в волоконных линиях связи. Кодировка информации в таких последовательностях выполняется за счет реализации различных типов связи между соседними импульсами вдоль солитонного цуга (рис. 1.5, *b*).

On the basis of numerical simulations and analytical calculations, we have found bound states of ultrashort pulses with the binding energy equal to several tens percent of a single soliton energy. Two interacting solitons of such kind can form stable states with different values of binding energy (Fig. 1.5, *a*). Odd and even levels correspond to antisymmetric and symmetric field functions, respectively. Because of great binding energy, multisoliton “molecules” demonstrate a high level of stability to perturbations of various types. The results obtained are of interest for realization of various generation regimes on the basis of bound solitons (regimes with various distances between solitons, generation of trains of equidistant pulses, regimes of harmonic passive mode-locking, etc.). Another possible area of application is realization of highly stable noise-proof information sequences of ultrashort pulses in fiber communication lines. Information in such sequences is encoded through providing various types of bonds between the neighboring solitons along a soliton train (Fig. 1.5, *b*).

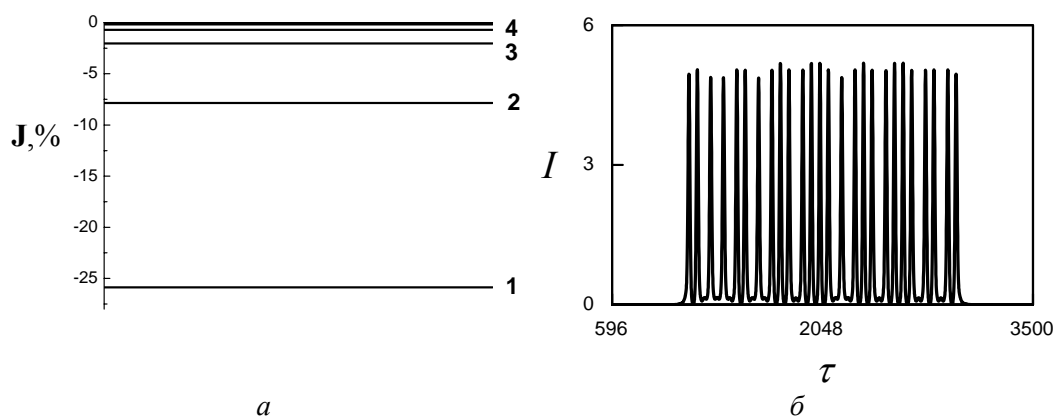


Рис. 1.5. *a* – энергия связи двух взаимодействующих импульсов, деленная на энергию одиночного импульса и *b* – пуг связанных солитонов, в котором число 18051957 закодировано в двоичной системе с использованием основного и первого возбужденного типов связей (18.05.1957 – дата учреждения ИАиЭ СО РАН). В случае основного типа связи амплитуды соседних импульсов противофазны, в случае первого возбужденного типа связи – синфазны

Fig. 1.5. *a* – binding energy of two interacting solitons normalized to the single pulse energy and *b* – train of bound solitons where the number 18,051,957 is encoded in a binary system with the use of the ground and first excited types of bonds (18.05.1957 is the date when IAE SB RAS was founded). The neighboring pulses have antiphase amplitudes in the case of the ground-type bond and inphase amplitude in the case of the first excited type of the bond

Публикации:

Publications:

1. Komarov A., Komarov K., Sanchez F. Quantization of binding energy of structural solitons in passive mode-locked fiber lasers // *Phys. Rev. A*, 2009, vol. 79. P. 033807 (7 p.).
2. Комаров А.К., Комаров К.П., Санчез Ф. Информационные последовательности связанных солитонов в волоконных системах // *Фотон-экспресс*, 2009, № 6. С. 110–111.
3. Komarov A., Haboucha A., Komarov K., Leblond H., Salhi M., and Sanchez F. Soliton interaction in fiber lasers // In the book: "Recent Research Developments in Optics", Editor Dr. S.G. Pandalai, Kerala (India): Research Signpost, 2009, vol. 7, part 1, ch. 4. P. 63–112.
4. Komarov A., Sanchez F. Structural dissipative solitons in passive mode-locked lasers // *Phys. Rev. E*, 2008, vol. 77. Paper 066201 (8 pages).
5. Komarov A., Haboucha A., Sanchez F. Ultrahigh repetition rate bound-soliton harmonic passive mode-locked fiber lasers // *Opt. Lett.*, 2008, vol. 33. P. 2254–2256.
6. Komarov A., Komarov K., Haboucha A., Sanchez F. Information sequences of bound solitons // X International Conference on Transparent Optical Networks – "Mediterranean Winter" 2008 (Marrakesh, Morocco, December 11–14, 2008). Conference Proceedings ICTON-MW'08. P. 115–118.