

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ДЛИННОГО БЕЗЗЕРКАЛЬНОГО ВОЛОКОННОГО ВКР-ЛАЗЕРА*

Ю. А. Мажирина¹ Д. В. Чуркин^{2,3,4}, Л. А. Мельников¹, Н. С. Тарасов², С. К. Турицын^{2,3}

¹Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, РФ

²Астонский университет, Бирмингем, Великобритания

³Новосибирский государственный университет, РФ

⁴Институт автоматики и электрометрии СО РАН, РФ

Предложена расчетная модель волоконного длинного ВКР-лазера. Модель основана на уравнениях, описывающих эффекты распространения волн накачки и стоксовых волн, линейную связь распространяющихся во встречных направлениях волн, возникающую из-за рассеяния, и нелинейное их взаимодействие. Вывод уравнений для медленно-изменяющихся огибающих световых импульсов основан на разложениях по пространственным гармоникам, в отличие от обычно используемых спектральных разложений по монохроматическим волнам, что позволяет избежать двухточечных граничных условий в численной схеме, основанной на Courant–Izaacson–Rees методе. Данная численная схема использована при моделировании пространственно-временной динамики световых импульсов в длинном волоконном ВКР-лазере стоячей волны в отсутствие отражений от выходных торцов оптического волокна. Показано, что особенности динамики связаны с неустойчивостью режима генерации стоксовых волн, распространяющихся в направлении накачки, относительно возникновения встречных стоксовых волн, и распространением встречных импульсов со скоростью, превышающей групповую скорость волн в оптическом волокне.

Ключевые слова: ВКР-усиление, дисперсия, распространение импульсов, численное моделирование, уравнения переноса, нестабильность.

NONLINEAR DYNAMICS OF LONG MIRRORLESS FIBER RAMAN LASER

Yu. A. Mazhirina¹ D. V. Churkin^{2,3,4}, L. A. Melnikov¹, N. S. Tarasov², S. K. Turitsyn^{2,3}

¹Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin, RF

²Aston Institute of Photonics Technologies, Aston University, Birmingham, UK

³Novosibirsk State University

Numerical model of long fiber Raman laser is proposed. The model based on the equations, describing the propagation of pump and Stokes waves, linear coupling of oppositely running waves due to scattering and its nonlinear interaction. The derivation of equations for slowly varying pulse envelopes uses the field decomposition in terms of spatial harmonics rather than commonly used temporal harmonics, which allows to avoid the two-point boundary conditions, and to employ the numerical scheme of Courant–Isaakson–Rees. This scheme was used for numerical simulations of space-temporal dynamics in long fiber Raman laser in the absence of the reflection at output fiber ends. It was shown that the dynamical regimes is connected with the instabilities of Stokes waves which move in the direction of pump waves against generation of oppositely running Stokes waves, and superluminal propagation of oppositely running pulses having the velocities which are higher than group velocity in the optical fiber.

Keywords: Raman gain, dispersion, pulse propagation, numerical simulation, transport equations, instability.