



УДК 537.876.22

**О СТАТЬЕ Л.С. КОНЕВА И ДР. «МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ПРЯМОЙ
И ОБРАТНОЙ ВОЛН ИМПУЛЬСОВ ИЗ МАЛОГО ЧИСЛА КОЛЕБАНИЙ ПОЛЯ
В ОПТИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДЕ С ДИСПЕРСИЕЙ И КУБИЧЕСКОЙ
НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОННОЙ И ЭЛЕКТРОННО-КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ПРИРОДЫ»
Н.Н. Розанов^а**

^а АО «ГОИ им. С.И. Вавилова», Санкт-Петербург, 199053, Российская Федерация

Адрес для переписки: nrosanov@yahoo.com

Информация о статье

Поступила в редакцию 13.07.15, принята к печати 17.07.15

doi:10.17586/2226-1494-2015-15-5-954-955

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Розанов Н.Н. О статье Л.С. Конева и др. «Моделирование эволюции прямой и обратной волн импульсов из малого числа колебаний поля в оптическом волноводе с дисперсией и кубической нелинейностью электронной и электронно-колебательной природы» // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 5. С. 954–955.

Аннотация

Указывается некорректность постановки в статье Л.С. Конева и др. задачи о формировании встречной волны при распространении короткого лазерного импульса в нелинейной среде или световоде. В корректной постановке поле излучения на входе в среду нельзя рассматривать как заданное из-за наличия генерируемой в нелинейной среде встречной волны, характеристики которой должны быть искомым величиной. При этом эволюционной переменной следует считать время, а для расчета встречной волны удобно использовать апробированный метод конечных разностей во временной области.

Ключевые слова

предельно короткий импульс, обратная волна, оптическая нелинейность.

**ON THE PAPER BY L.S. KONEV ET AL. “SIMULATING EVOLUTION OF FORWARD
AND BACKWARD WAVES OF FEW-CYCLE PULSES PROPAGATING IN AN OPTICAL
WAVEGUIDE WITH DISPERSION AND CUBIC NONLINEARITY OF ELECTRONIC
AND ELECTRONIC-VIBRATION NATURE”**

N.N. Rosanov^a

^a Vavilov State Optical Institute, Saint Petersburg, 199053, Russian Federation

Corresponding author: nrosanov@yahoo.com

Article info

Received 13.07.15, accepted 17.07.15

doi:10.17586/2226-1494-2015-15-5-954-955

Article in Russian

For citation: Rosanov N.N. On the paper by L.S. Konev et al. “Simulating evolution of forward and backward waves of few-cycle pulses propagating in an optical waveguide with dispersion and cubic nonlinearity of electronic and electronic-vibration nature”. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2015, vol. 15, no. 5, pp. 954–955.

Abstract

Problem statement ill-posedness in the paper by L.S. Konev *et al.* devoted to formation of backward wave at short laser pulse propagation in nonlinear media or fibers is specified. It is inconceivable in the correct problem statement to consider the radiation field at the medium entrance as a given function of time due to generation of backward wave in the medium, when the backward wave characteristics are target values. The proper evolution variable is time, and it is convenient to use the adopted finite-difference time-domain (FDTD) method for backward wave calculation.

Keywords

few cycle pulse, backward wave, optical nonlinearity.

В статье [1], как и в предыдущей работе этой группы авторов [2], анализируется формирование встречной волны излучения при распространении предельно короткого лазерного импульса в нелинейном одномодовом световоде. Этой же теме посвящен и ряд предшествовавших работ других авторов, частично цитируемых в [1]. Во избежание недоразумений оговорим, что речь идет не о стандартном френелевском отражении на границах среды (этот фактор можно ослабить, например, переходом от резкой границы раздела сред к размытой), а об отражении импульса на неоднородности в объеме нелинейной среды, индуцируемой самим интенсивным импульсом. Если сам факт генерации встречной волны можно счи-

тать достаточно надежно установленным, то получение количественных данных в условиях реального эксперимента представляет интерес. Однако постановка задачи об эволюции импульса в [1, 2] кардинально отличается от принятой во многих публикациях по этой теме и представляется некорректной по излагаемым ниже соображениям.

Итак, представляющая физический интерес задача состоит в определении структуры поля при падении из вакуума на слой нелинейной среды, занимающей область $0 < z < L$, импульса электромагнитного излучения. Вид оптической нелинейности в данном случае непринципиален. Заданными должны служить материальные уравнения среды и характеристики и профиль импульса, падающего на переднюю границу среды $z=0$ (падающий импульс в вакууме распространяется в положительном направлении оси z). Это отвечает заданию поля в начальный момент времени, предшествующий моменту падения импульса на переднюю границу среды, во всем пространстве, так как до падения импульса на среду поле в ней считается отсутствующим. Математически – это задача Коши (решение уравнений Максвелла с заданным в начальный момент времени распределением электромагнитного поля). Эволюционной переменной служит время t . Численные методы решения таких задач хорошо разработаны (метод конечных разностей во временной области, FDTD – finite difference time domain), см., например, [3], причем для рассматриваемой одномерной геометрии (в одномерном световоде поперечную структуру поля можно считать фиксированной) задача не принадлежит к числу вычислительно сложных.

Теперь о предлагаемом в [1, 2] альтернативном подходе. В нем эволюционной переменной служит не время, а продольная координата z , и на входе в среду ($z=0$) задаются значения поля излучения, включая волны, распространяющиеся в прямом (в положительном направлении оси z) и противоположном направлениях, во все моменты времени. Более точно, авторы [1, 2] полагают, что на входе в среду встречная волна всегда отсутствует, что, по нашему мнению, делает нефизичной постановку задачи о генерации встречной волны.

Продольная координата z могла бы рассматриваться как эволюционная, и поле можно было бы задавать на входной границе среды в приближении однонаправленного распространения излучения. Но в данной задаче, в которой основной интерес представляют именно характеристики генерируемого в нелинейной среде встречного импульса, последние, естественно, являются не заданными, а искомыми, в том числе и на границе среды. Тем самым, подход авторов [1, 2] не только не отвечает физике задачи, но и логически противоречив.

Вообще говоря, ключевое предположение авторов [1, 2] о тождественном отсутствии встречной волны на границе нелинейной среды можно было бы оправдать, но для совершенно другой задачи. А именно, можно рассмотреть ситуацию, когда излучение падает не только на переднюю ($z=0$), но и на заднюю ($z=L$) границу (в последнем случае во встречном направлении). И при заданной форме «прямого» падающего импульса (на границу $z=0$) потребовать определить такую форму «встречного» падающего импульса (на границу $z=L$), чтобы за счет деструктивной интерференции на границе $z=0$ встречное излучение отсутствовало бы во все моменты времени. Однако такая постановка задачи представляется экзотичной и недостаточно обоснованной в рамках нелинейной оптики.

1. Konev L.S., Tochilkin A.A., Shpolyanskii Yu.A. Simulating evolution of forward and backward waves of few-cycle pulses propagating in an optical waveguide with dispersion and cubic nonlinearity of electronic and electronic-vibration nature. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2015, vol. 15, no. 5, pp. 775–781. (In Russian) doi: 10.17586/2226-1494-2015-15-5-775-781
2. Konev L.S., Shpolyanskii Yu.A. Calculating the field and spectrum of the reverse wave induced when a femtosecond pulse with a superwide spectrum propagates in an optical waveguide. *Journal of Optical Technology*, 2014, vol. 81, no.1, pp. 6–11. doi: 10.1364/JOT.81.000006
3. Grigor'ev A.D. *Metody Vychislitel'noi Elektrodinamiki* [Methods of Computational Electrodynamics]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2013, 428 p.

Розанов Николай Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, начальник отдела, АО «ГОИ им. С.И. Вавилова», Санкт-Петербург, 199053, Российская Федерация, nrosanov@yahoo.com

Nikolay N. Rosanov – D.Sc., Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Vavilov State Optical Institute, Saint Petersburg, 199053, Russian Federation, nrosanov@yahoo.com