

Численное моделирование процесса формирования пульсирующего канала распространения мощного светового импульса в прозрачных диэлектриках

Н.Ю. Вислобоков

«Международный университет “МИТСО”», Витебский филиал

Одним из приоритетных научных направлений в настоящее время является фотоника. Экспериментальные исследования в данной области важны, поскольку именно они завершают исследовательский процесс при разработке готовых инновационных видов продукции и непосредственно предшествуют созданию их прототипов. Однако, ввиду широты области проведения экспериментальных исследований, на сегодняшний день, пожалуй, ни один эксперимент не начинается до проведения предварительных расчетов и верификации их результатов, а учитывая сложность как самих расчетов такого рода, так и правильной трактовки, и анализа их результатов, они осуществляются на основе численных методов и компьютерного моделирования.

Цель исследования – изучить закономерности формирования и определить диапазон параметров, при которых в прозрачных диэлектриках происходит формирование пульсирующего канала для ультракороткого высокоинтенсивного светового импульса.

Материал и методы. *Для корректного описания рассматриваемых процессов необходимо модифицировать нелинейное уравнение Шредингера с учетом эффектов дисперсии (вплоть до высших порядков) и процессов индуцированной ионизации. Для решения полученной самосогласованной системы уравнений использовалась составленная автором численная схема. В ходе численного исследования учитывалось, что интенсивность отраженного светового импульса мала по сравнению с падающим импульсом.*

Результаты и их обсуждение. *В данной работе представлены результаты численного моделирования процесса формирования пульсирующего канала распространения для высокоинтенсивного светового импульса фемтосекундной длительности в прозрачных диэлектриках. Анализируется диапазон параметров, в пределах которого становится возможным захват излучения в пульсирующий канал и его протяженность в зависимости от параметров импульса и среды, а также исследуются влияния индуцированных ионизационных эффектов на эволюцию распространяющегося светового импульса.*

Заключение. *Показано, что при определенных параметрах для высокоинтенсивного ультракороткого светового импульса происходит формирование самоиндуцированного плазменного канала, в котором импульс распространяется в пульсирующем режиме. Установлено, что при определенных параметрах, после формирования такого плазменного канала, мощный световой импульс может распространяться в нем на достаточно большие расстояния (до 52670 мкм) в пульсирующем режиме, когда интенсивность и ширина пучка при распространении изменяются, но форма пространственно-временной огибающей сохраняется. Отмечено, что спектральные характеристики такого импульса в процессе распространения фактически не изменяются.*

Ключевые слова: *световой импульс, ультракороткий лазерный импульс, фемтосекундный импульс, пульсирующий канал распространения, квазисолитон, индуцированная ионизация, многофотонная ионизация.*

Numerical Simulation of the Process of Forming a Pulsating Channel for the Distribution of a Powerful Light Pulse in Transparent Dielectrics

N.Y. Vislobokov

International University of MITSO, Vitebsk Branch

One of the priority research directions today is photonics. The experimental studies in this field are important because they complete a research process in developing ready innovation product types and precede the creation of their prototypes. However, due to the width of the experimental research area, no experiment begins today before preliminary calculations and its result verification and, considering the complexity of both the calculations of this type and the correct interpretation and result analysis, they are made on the basis of numerical methods and computer modeling.

The purpose of the research is to study the regulations of the formation and to determine the scale of the parameters of the formation of the pulsating channel for ultra short highly intensive light impulse which takes place in transparent dielectrics.

Material and methods. *To describe the research processes correctly it is necessary to modify Schrödinger non-linear equation considering dispersion effects (up to highest ranks) and processes of induced ionizations. To solve the acquired self-agreed system of equations the numerical system which was compiled by the author was used. During the numerical research it was considered that the intensity of the reflected light impulse is weak compared to the falling impulse.*

Findings and their discussion. *Results of the numerical modeling of the process of the formation of the distribution pulsating channel for highly intensive light pulse of femtosecond duration in transparent dielectrics are presented in the paper. The range of parameters is analyzed within which it is possible to capture the impulse into the pulsating channel and its length depending on the parameters of the pulse and the environment; influence of induced ionization effects on the evolution of the dispersed light impulse is also analyzed.*

Conclusion. *It is indicated that with certain parameters for highly intensive ultra short light impulse the formation of self induced plasma channel takes place in which the impulse spreads in pulsating mode. It is shown that under certain parameters after the formation of such plasma channel a powerful light impulse can spread in it over a rather long distance (up to 52670 mkm) in the pulsating mode when the intensity and width of the band transform, when dispersed, but the form of the space and time curve is kept. It is pointed out that specter characteristics of such impulse in the process of the distribution do not actually change.*

Key words: *light pulse, ultra short laser pulse, femtosecond pulse, pulsating propagation channel, quasi-soliton, induced ionization, multiphoton ionization.*