

**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАЗМЫ  
НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
МОЩНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ**

**Н.Ю. Вислобоков**

*Витебский филиал учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси  
«Международный университет “МИТСО”»*

Исследования в области нелинейной оптики и нелинейных волновых явлений сегодня можно отнести к одним из наиболее актуальных и востребованных во всем мире, особенно важны исследования, относящиеся к такому направлению, как фотоника. Безусловная значимость численных исследований в данной области в том, что они позволяют определить наиболее перспективные направления для осуществления экспериментов, а также рекомендуемые условия и параметры для их реализации. Очевидно, что рост интереса к указанному направлению исследований, включая численные исследования, обусловлен достаточно широкими возможностями применения их результатов, например, при изготовлении компонентов лазерных систем, разработке и производстве волноводов, изготовлении твердотельных накопителей информации и оптоэлектронных устройств.

Цель исследования – изучить влияния электронной плазмы на спектральные характеристики мощных оптических импульсов в прозрачных диэлектриках.

**Материал и методы.** Для построения численной модели, позволяющей корректно описать явления и процессы, которые будут исследоваться, можно использовать математическую модель, построенную на основе модифицированных при помощи специальных методик волнового уравнения и нелинейного уравнения Шредингера. Полученная модель позволяет учесть дисперсию, дифракцию, эффекты самовоздействия, а также индуцированные ионизационные эффекты, приводящие к формированию электронной плазмы, влияние которой на распространяющийся импульс и анализируется.

**Результаты и их обсуждение.** В данной статье представлены одни из основных результатов численного исследования влияния индуцированной, благодаря ионизации, плазмы свободных электронов на параметры и характеристики мощных оптических импульсов, распространяющихся в прозрачной диэлектрической среде на примере кварцевого стекла. Анализируется влияние электронной плазмы на спектральные характеристики распространяющихся импульсов, а также связь между характеристиками пространственно-временного профиля такого импульса и его спектром.

**Заключение.** На основе результатов численного исследования детально проанализированы влияния электронной плазмы, индуцированной фотоионизацией диэлектрической среды, на спектральные характеристики мощных оптических импульсов. Показано, что степень влияния плазмы на распространяющийся импульс во многом определяется ее плотностью, которая напрямую зависит от параметров самого импульса. Отмечено, что для оптических импульсов фемтосекундной длительности воздействие электронной плазмы приводит к изменению пространственно-временного профиля импульса, и, как следствие, заметному расширению спектрального диапазона излучения.

**Ключевые слова:** оптический импульс, ультракороткий лазерный импульс, индуцированная ионизация, многофотонная ионизация, плазма свободных электронов.

# A NUMERICAL STUDY OF ELECTRON PLASMA INFLUENCE ON SPECTRAL CHARACTERISTICS OF POWERFUL OPTIC IMPULSES

N.Yu. Vislobokov

*Vitebsk Branch of International University "MITSO"*

Studies in the field of non-linear optics and non-linear wave phenomena can be referred to most urgent and required in the world; especially current are researches in the field of photonics. The significance of numerical studies in this field is due to the fact that they make it possible to identify most promising experiment directions as well as their recommended conditions and parameters. The growth of interest in this research direction, including numerical studies, is evidently due to rather wide opportunities for the application of their findings such as producing laser systems, solid-body accumulators of information and optic electronic devices.

The research purpose is to study the influence of electron plasma on spectral characteristics of powerful optic impulses in transparent dielectrics.

**Material and methods.** To build a numerical model which makes it possible to correctly describe the phenomena and processes under study a mathematical model can be used which is built on the basis of the modified, using special methods, wave equation and Schrödinger non-linear equation. The obtained model makes it possible to take into account dispersion, defraction, self-impact effects as well as induced ionization effects which result in the formation of electron plasma the impact of which on the spreading impulse is analyzed.

**Findings and their discussion.** The main findings of the numerical study on the impact of induced due to ionization plasma of free electrons on the parameters and characteristics of powerful optic impulses which spread in the transparent dielectric environment on the basis of quartz glass example are presented in the article. The influence of electron plasma on the spectral characteristics of the spreading impulses as well as the connection between the characteristics of the space and time profile of such an impulse and its spectrum is analyzed.

**Conclusion.** In the article, on the basis of the numerical research findings the impact of electron plasma, which is induced by photo ionization of dielectric environment, on spectral characteristics of powerful optic impulses is analyzed in detail. It is shown that the degree of plasma influence on the spreading impulse is to a great extent determined by its density which directly depends on the parameters of the impulse itself. It is pointed out that for femtosecond length optic impulses the impact of electron plasma results in the transformation of the space and time profile of the impulse and, consequently, the prominent expansion of the spectral range of the radiation.

**Key words:** optic impulse, ultra-short laser impulse, induced ionization, multiphotone ionization, plasma of free electrons.