

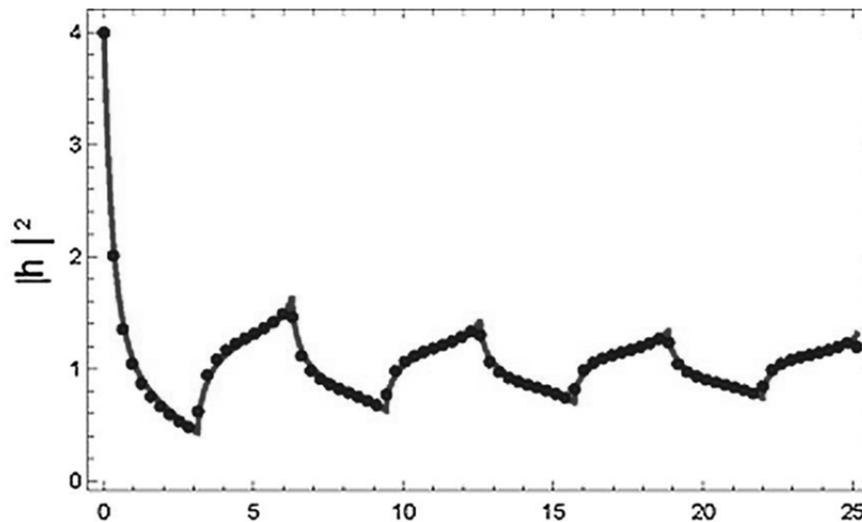
## Оптическое поле у входа в субволновую щель

### Optical field at the subwavelength slit

Авторы: Фрумин Л.Л., Белай О.В., Подивилов Е.В., Шапиро Д.А. (совместно с Физико-техническим институтом, Брауншвейг, Германия)

Authors: Frumin L.L., Belai O.V., Podivilov E.V., Shapiro D.A.  
(in collaboration with PTB, Braunschweig, Germany)

Предсказана новая светоиндуцированная сила между двумя параллельными металлическими плоскостями, разделенными субволновой щелью. Сила меняет знак при смене поляризации излучения, направленного в щель, и обусловлена взаимодействием поверхностных плазмонов. Для количественного расчета получено аналитическое решение уравнений Максвелла у входа в щель со стенками из идеального проводника. Найдена переходная кривая между хорошо известными предельными случаями широкой и узкой щели по сравнению с длиной волны. Показано, что кривая содержит осцилляции, вызванные рождением в щели новых волноводных мод. Исследование светоиндуцированной силы открывает возможность практических приложений, в частности в манипуляции микронными металлическими частицами и в технике микропереключателей.



Теоретическая переходная кривая для идеального металла с учетом 100 пространственных мод (сплошная кривая) и численный расчет программой JCMsuite для золотой пленки толщиной 100 нм на длине волны 1,55 мкм (точки). Совпадение свидетельствует о применимости модели идеального проводника

Theoretical transition curve for a perfect metal with allowance for 100 spatial modes (solid curve) and numerical calculation with the JCMsuite code for a gold film 100 nm thick at the wavelength of 1.55  $\mu\text{m}$  (symbols). The coincidence is the evidence of the perfect-metal model applicability

A new light-induced force has been predicted between two parallel metal planes separated by a subwavelength slit. The force changes its sign at polarization switch and arises from the surface plasmon attraction. For quantitative calculations, an analytical solution to Maxwell equations at the entrance of the slit with perfectly conducting walls is derived. The transition curve between the known limiting cases of narrow and wide slits as compared to the wavelength is found. The curve is shown to include oscillations caused by the emergence of new waveguide modes in the slit. The study of the light-induced force offers possible applications in metal particle manipulations and laser microswitches.

### **Публикации:**

1. Nesterov V., Frumin L., Podivilov E. Negative light pressure force between two metal bodies separated by a subwavelength slit // EPL, 2011, v. 94. P. 64002.
2. Shapiro D., Nies D., Belai O., Wurm M., Nesterov V. Optical field and attractive force at the subwavelength slit // Optics Express, 2016, v. 24, № 14. P. 15977–15982.
3. Nies D., Buetefisch S., Naparty D., Wurm M., Belai O., Shapiro D., Nesterov V. Experimental setup for the direct measurement of a light-induced attractive force between two metal bodies // Proc. SPIE 9922, Optical Trapping and Optical Micromanipulation XIII (San Diego, California, 28 August – 1 September 2016). Paper 99222L.
4. Шапиро Д.А., Нис Д., Белай О.В., Вурм М., Нестеров В.В. Оптическое поле у входа в субволновую щель // 7-й Российский семинар по волоконным лазерам (г. Новосибирск, Россия, 5–9 сентября 2016). Материалы семинара. С. 34–35.