

**Создание и исследование новых термостойких
хромофорсодержащих полиимидов с высокими нелинейно-оптическими
свойствами второго порядка**

**Fabrication and study new thermostable chromophore-containing
polyimides with high quadric nonlinear optical properties for ultra-fast
electrooptical transducers**

Авторы: Плеханов А.И., Симанчук А.Э., Горковенко А.И., Якиманский А.В.

Authors: Plekhanov A.I., Simanchuk A.E., Gorkovenko A.I., Yakimansky A.V.

Получены рекордные значения нелинейно-оптического коэффициента $d_{33} = 25 \div 50$ пм/В в спектральном диапазоне от 800 до 1500 нм для ряда новых термически стабильных хромофорсодержащих полиимидов в виде тонких пленок (рис. 1.4). Установлено, что максимум значения сдвинут в длинноволновую область спектра относительно пика поглощения хромофора, что следует учитывать при создании электрооптических модуляторов на основе хромофорсодержащих полимеров.

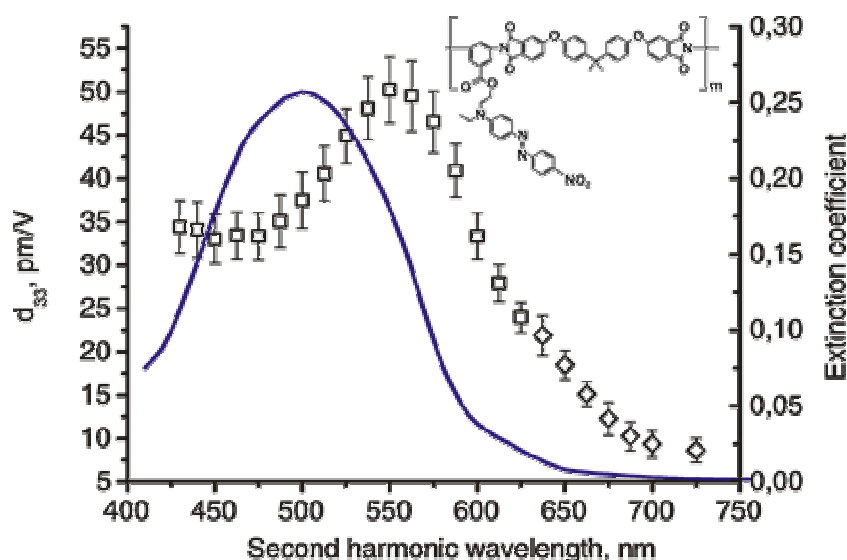


Рис. 1.4. Дисперсия квадратичного нелинейного коэффициента d_{33} (символы – экспериментальные данные на длине волны второй гармоники, сплошная линия – коэффициент экстинкции образца). На врезке показана структурная формула полиимида, содержащая ковалентно связанный хромофор DR-1

Fig. 1.4. The dispersion of the quadratic nonlinear coefficient, d_{33} (symbols are experimental data on the wavelength of the second harmonic, solid line is the sample extinction)

Хромофорсодержащие полимеры привлекают пристальное внимание исследователей как перспективные материалы для применения в оптико-электронных и фотонных устройствах, таких как оптические переключатели, модуляторы света, оптические элементы логики и памяти и т. д. Пленки хромофорсодержащих полимеров, поляризованных во внешнем электрическом поле, имеют макроскопическую квадратичную нелинейность, на один-два порядка выше, чем у кристаллических структур, а также пикосекундный оптический отклик и полуволновое напряжение менее 1 В. Для практических приложений важным является то, что молекулярная структура хромофора и полимера могут варьироваться с целью увеличения нелинейного отклика и термической стабильности образцов.

Электрооптический отклик таких систем (эффект Погкельса), также как и нелинейно-оптический отклик (генерация второй гармоники), имеют общую природу, которая определяется молекулярной гиперполяризуемостью.

В данной работе синтезированы и исследованы новые хромофор-полиимидные композиты с ковалентно присоединенными органическими красителями дисперсного красного 1 (DR1) и дисперсного красного 13 (DR13).

Сравнительное исследование эффективности генерации второй гармоники в серии новых хромофорсодержащих полиимидов и кристаллическом кварце позволило определить квадратичный нелинейный коэффициент d_{33} полимеров.

Работа выполнена совместно с ИВС РАН (Санкт-Петербург).

The record values of nonlinear optical coefficient $d_{33} = 25\div 50$ pm/V were obtained in spectral range from 800 to 1500 nm for some new thermostabile chromophore-containing polyimides (Fig. 1.4). It was found that the maximum values of nonlinear optical coefficients are red-shifted relative to the extinction of samples, it should be considered when electrooptical modulators based on chromophore-containing polymeres are designed.

Chromophore-containing polymers attract a careful attention of researchers as perspective materials for applications in electro-optical and photonic devices such as optical switches, light modulators, optical logics and memory, etc. Films of chromophore-containing polymers, polarized by external electric field, demonstrate macroscopic quadratic nonlinearities that are by an order of magnitude higher than those of analogous solid state crystalline structures, picosecond response times, and half-wave voltage ~ 1 V. For practical applications, it is rather important that the molecular structure of chromophore-containing polymers can be widely varied in order to increase the temporal and thermal stability of the nonlinear response.

Electrooptic response of such systems (Pockels effect), as well as the non-linear optical response (second harmonic generation) have common nature and display the spectral dependence which is determined by the resonance dependence of molecular hyperpolarizability. In the present work, new chromophore-containing polyimides were synthesized with covalently attached commercial dyes Disperse Red 1 (DR1) and Disperse Red 13 (DR13).

A comparative study of a second harmonic generation efficiency of new chromophore-containing polyimides and crystalline quartz slide has allowed to define quadratic nonlinear coefficients d_{33} .

In this work, the record values of nonlinear optical coefficient $d_{33} = 25\div 50$ pm/V were obtained in a spectral range from 800 to 1500 nm for some new thermostabile chromophore-containing polyimides. It was found that maximum values of nonlinear optical coefficients are red-shifted relative to the extinction of samples. It should be considered when electrooptical modulators based on chromophore-containing polymeres are designed.

The work was carried out with IMS RAS (Saint-Petersburg).

Публикации:

1. Yakimansky A.V., Nosova G.I., Solovskaya N.A., Smirnov N.N., Plekhanov A.I., Simanchuk A.E., Gorkovenko A.I. Dispersion of quadratic nonlinearity of polarized films of chromophore-containing polyimides in the range of resonance absorption // *Chemical Physics Letters*, 2011, vol. 510, № 4–6. P. 237–241.
2. Якиманский А.В., Носова Г.И., Соловская Н.А., Смирнов Н.Н., Жукова Е.В., Смыслов Р.Ю., Некрасова Т.Н., Симанчук А.Э., Горковенко А.И., Плеханов А.И., Лыпенко Д.А., Мальцев Е.И., Хромофор- и люминофор-содержащие полимеры для оптоэлектроники// Всероссийская конференция «Фотоника органических и гибридных наноструктур» (г. Черноголовка, Россия, 5–9 сентября 2011). Сборник тезисов докладов. Сборник тезисов докладов. С.176.
3. Simanchuk A.E., Plekhanov A.I., Gorkovenko A.I., Yakimansky A.V., Second-harmonic generation in poled chromophore-doped polyimide thin films within dye absorption band // *ICONO/LAT 2010* (Kazan, Russia, August 23–27, 2010). Technical Digest, CD, ITuQ48.