

# Поляризующий брэгговский световод с большим полем моды

С.С. Алешкина<sup>1</sup>, М.Е. Лихачев<sup>1</sup>, А.Д. Прямиков<sup>1</sup>, Д.А. Гапонов<sup>1,3</sup>,  
А.Н. Денисов<sup>1</sup>, М.М. Бубнов<sup>1</sup>, М.Ю. Салганский<sup>2</sup>,  
А. Н. Гурьянов<sup>2</sup>, С. Февриер<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Научный центр волоконной оптики, г. Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Институт химии высокочистых веществ, г. Н.Новгород, Россия*

<sup>3</sup>*Xlim, Лимож, Франция*

## Содержание

- *Введение*
- *Микроструктурирование сердцевины как способ подавления мод высшего порядка в брэгговских световодах с большим полем моды*
- *Модель поляризующего брэгговского световода*
- *Основные характеристики реализованного брэгговского световода с микроструктурированной сердцевиной*
- *Заключение*

# Введение

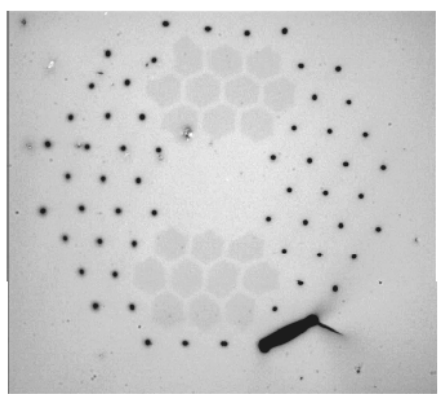
Увеличение выходной мощности волоконных лазеров и усилителей

Использование световодов с большим полем моды

Однополяризационные световоды

Световоды, способные поляризовать излучение в широком спектральном диапазоне

## Лучшие результаты



$\Delta\lambda/\lambda > 50\%$

(750-1250nm)

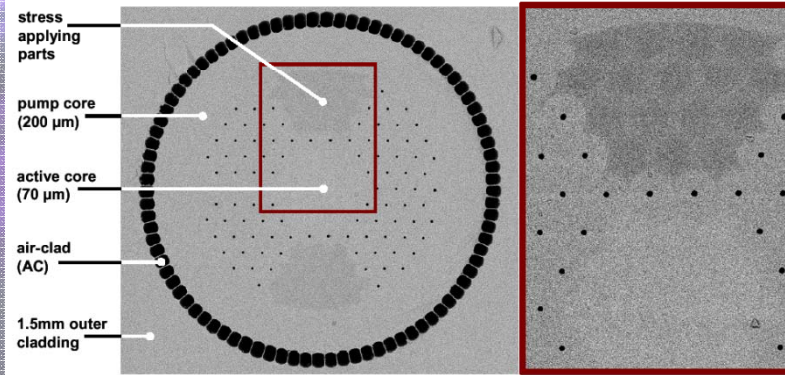
R=1.4m

(880-1600nm)

R=0.25 m

MFA=700  $\mu\text{m}^2$

T. Schreiber, and et al, Opt. Express, V.13, p.7621 (2005)



$\Delta\lambda/\lambda = 5\%$  (1030-1080nm) MFA=2300  $\mu\text{m}^2$

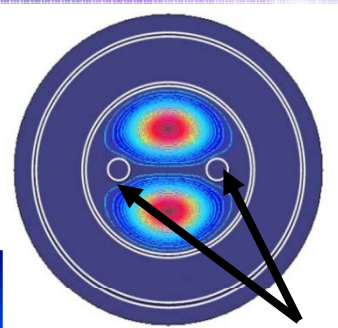
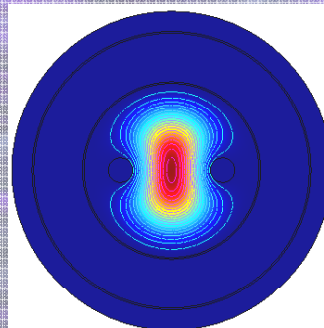
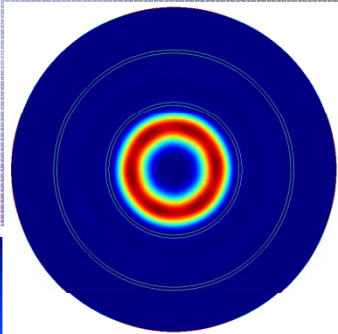
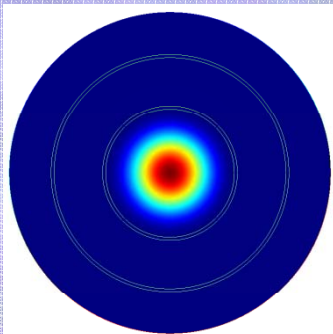
O. Schmidt, and et al, Optics Express, v.16, p.3918 (2008)

*Микроструктурирование сердцевины как способ подавления мод высшего порядка в брэгговских световодах с большим полем моды*

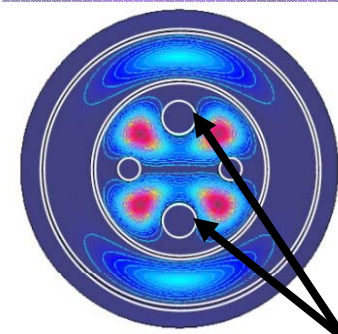
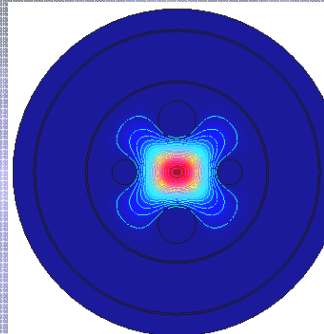
# Брэгговский световод с микроструктурированной сердцевиной

Фундаментальная мода  $LP_{01}$

Первая высшая мода  $LP_{11}$

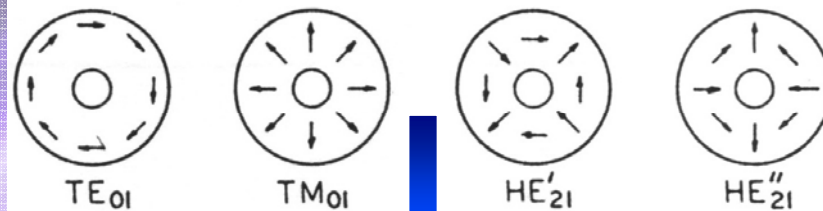


*B-стержни*

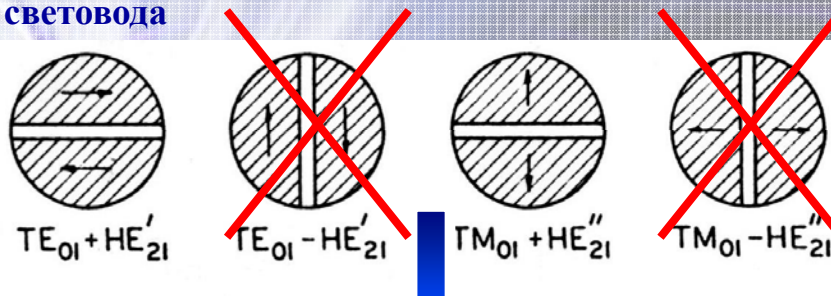


*F-стержни*

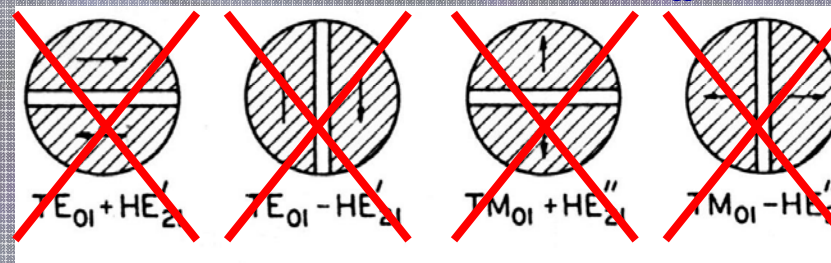
Невырожденная мода  $LP_{11}$



Анизотропия задает направление, относительно которого происходит ориентирование всех мод световода



Подавление собственных состояний  $LP_{11}$

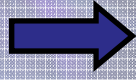




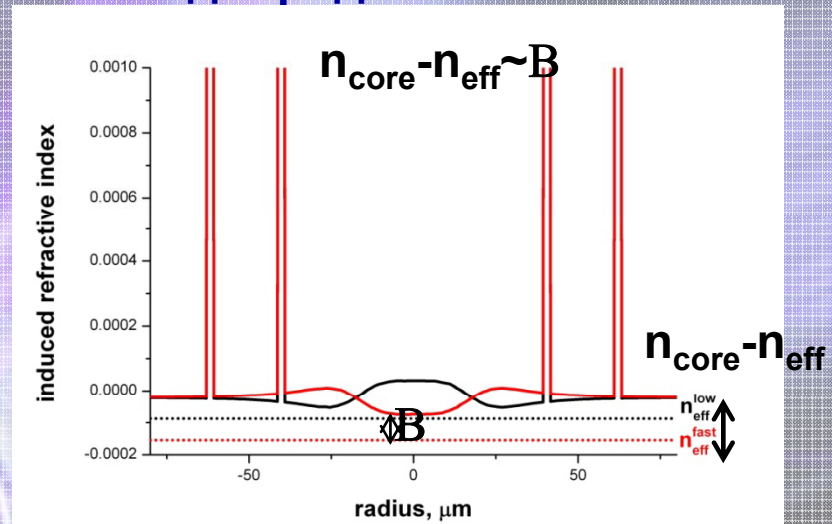
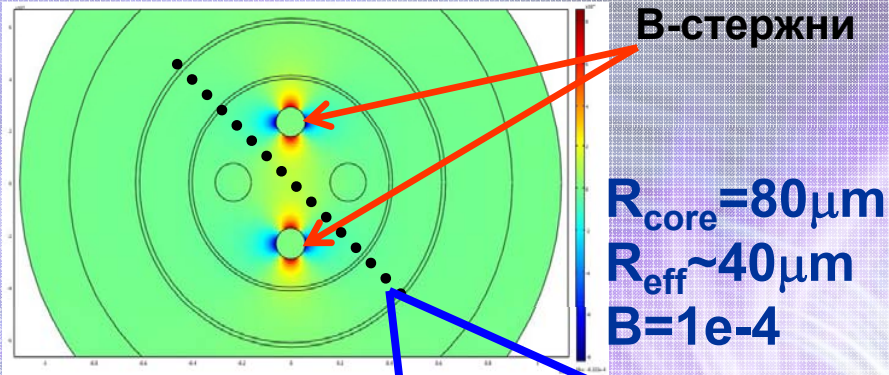
*Модель поляризующего брэгговского  
световода*

# Снятие вырождения фундаментальной моды

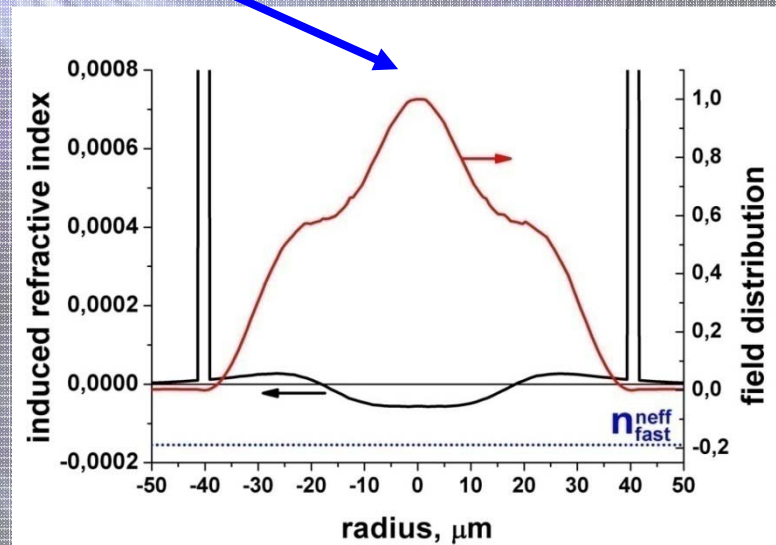
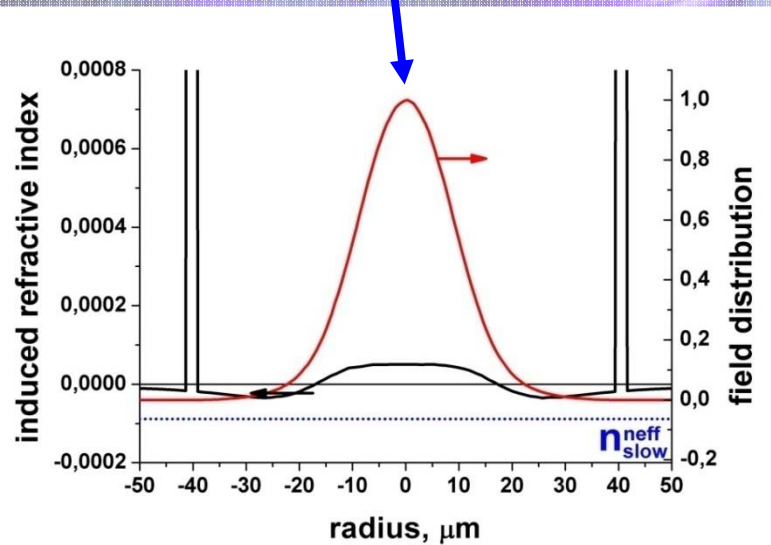
$$R_B \ll R_{\text{core}}$$



Поле напряжений неоднородно по сечению световода



Медленная поляризация локализуется в центральной части (за счет повышенного ПП на оси световода)  
 Быстрая поляризация локализуется ближе в кольцах (за счет депрессии ПП в центре)

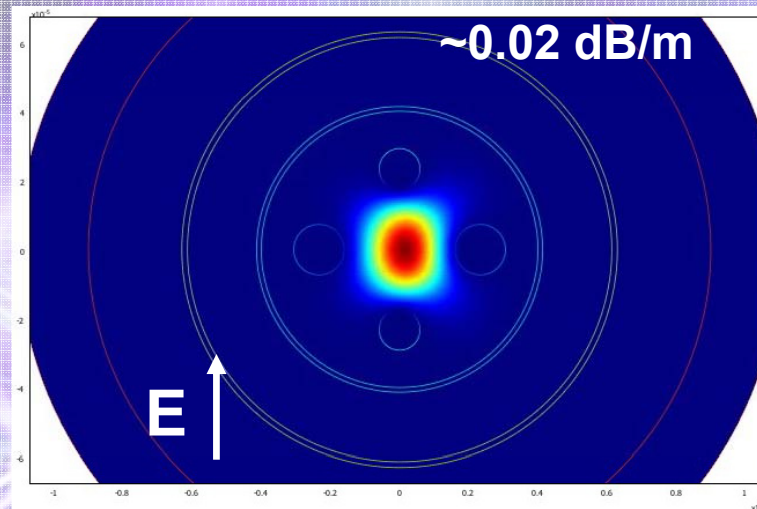
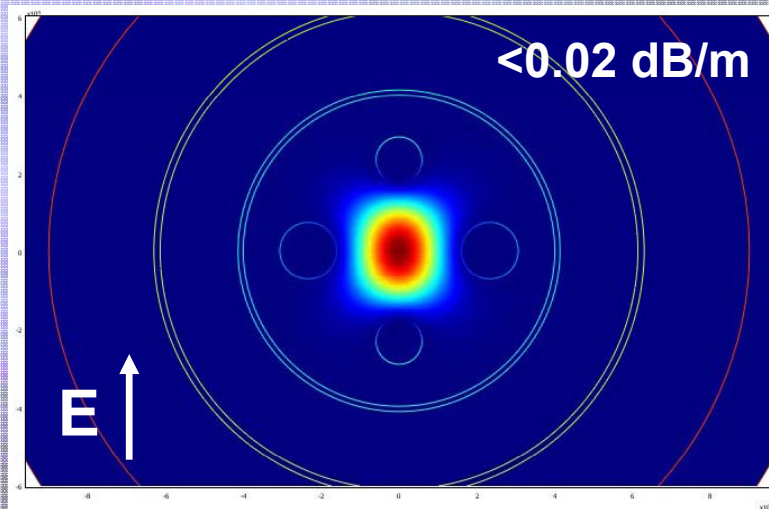


# Брэгговский световод с микроструктурированной сердцевиной

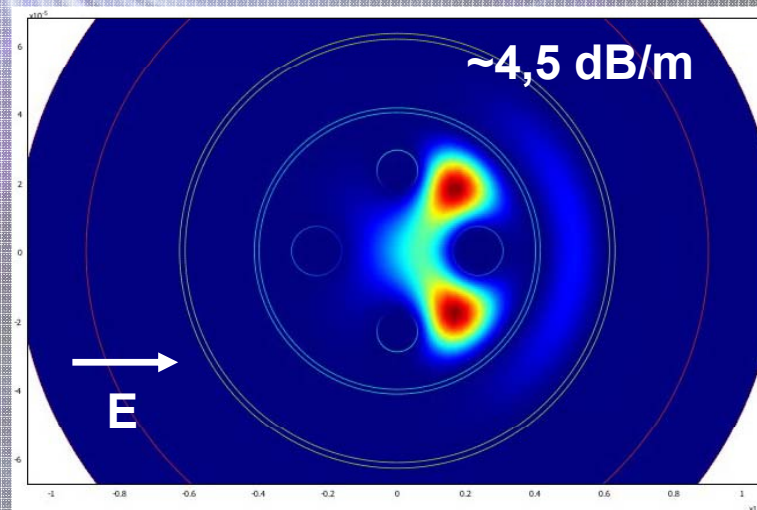
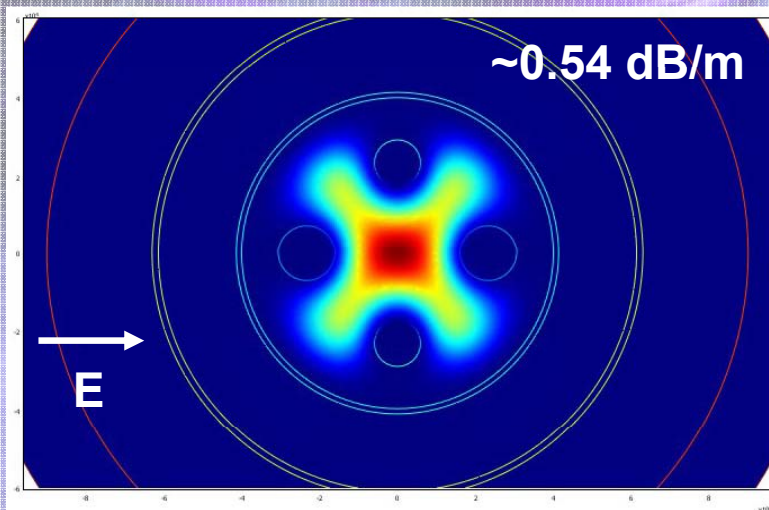
Прямой световод

$R_{\text{bend}} \sim 70 \text{ см}$

Медленная поляризация



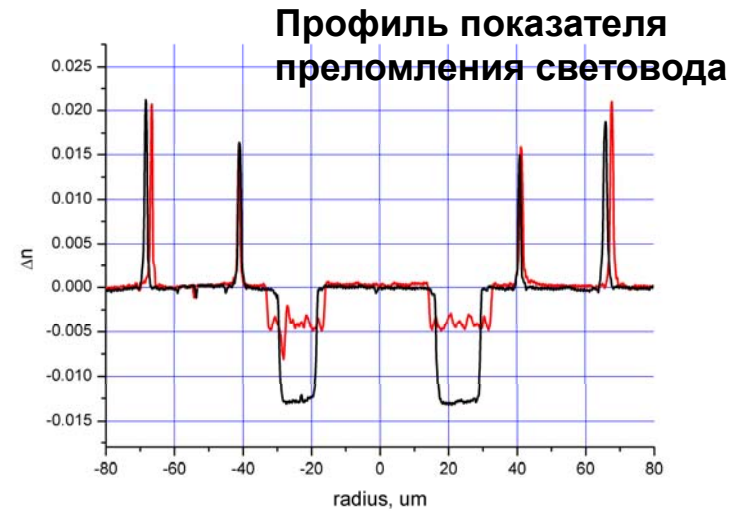
Быстрая поляризация



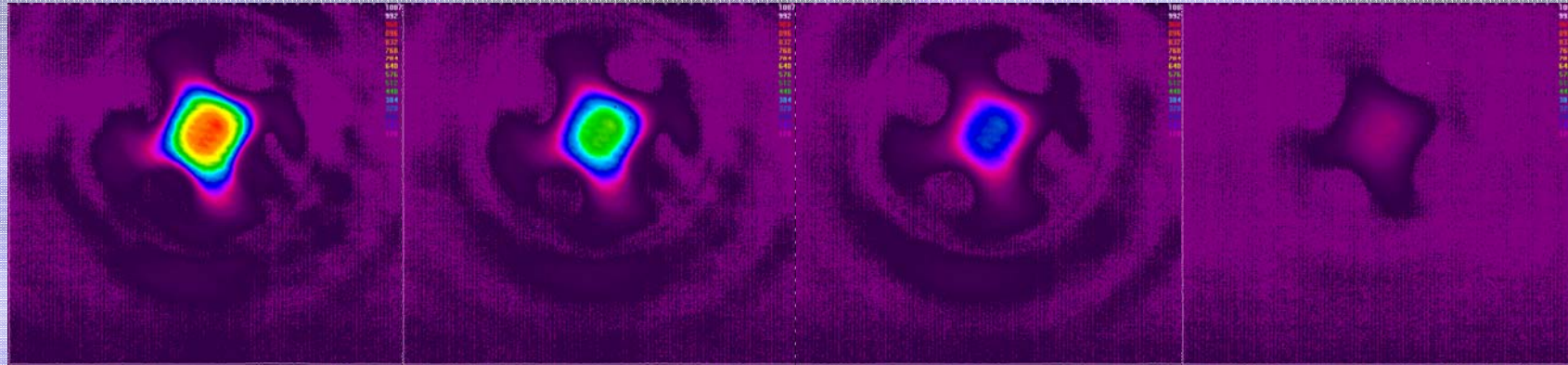


*Основные характеристики реализованного  
брэгговского световода с  
микроструктурированной сердцевиной*

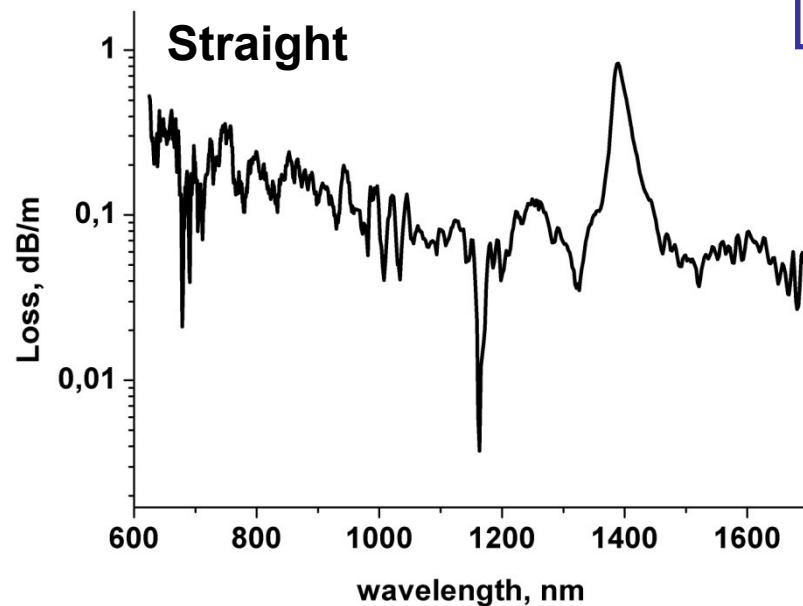
# Брэгговский световод с микроструктурированной сердцевиной



# Медленная поляризация



**L=2.7m Прямой световод**

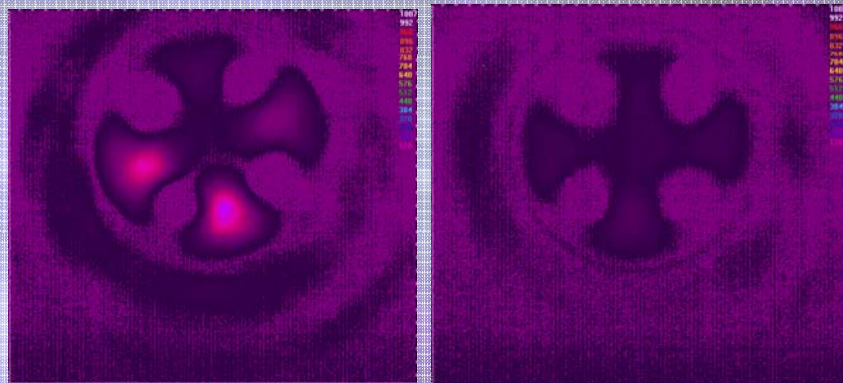


$S^{\text{eff}} \sim 870 \mu\text{m}^2$ , что  
соответствует световоду  
со средним диаметром  
поля моды 33 мкм

\*Потери на сварку со  
световодом со  
ступенчатым профилем  
показателя преломления  
составили (MFD=19  $\mu\text{m}$ )  
2dB

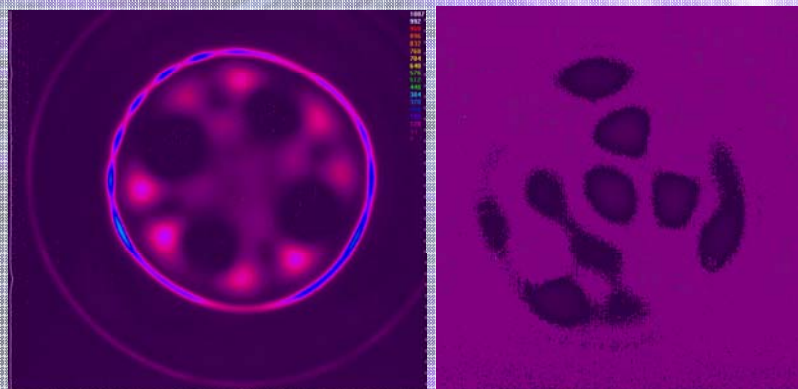


## Быстрая поляризация



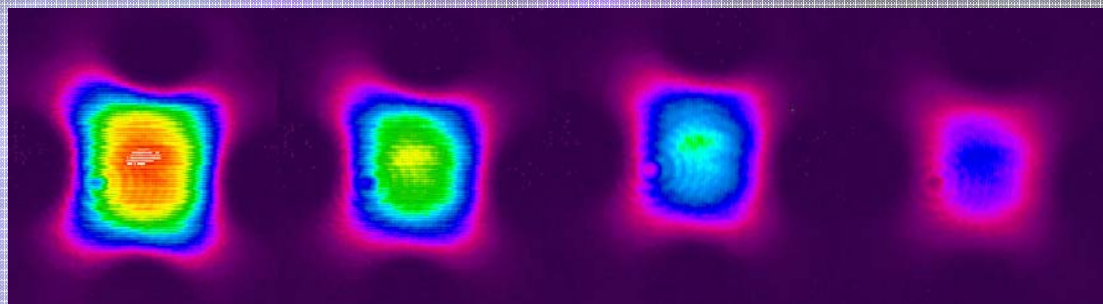
$L=2.7\text{m}$  прямой световод

## Моды высшего порядка



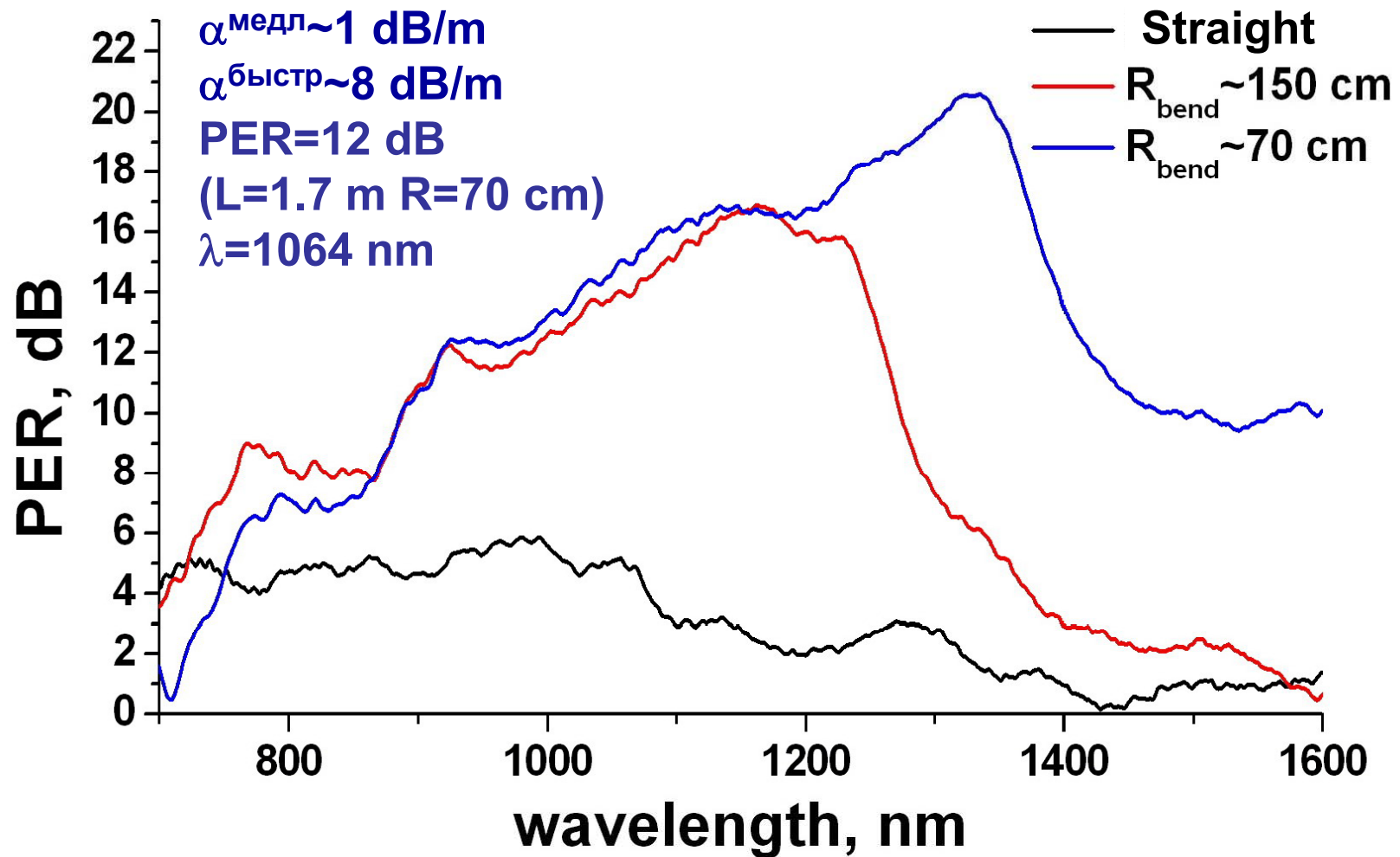
$L < 2.7\text{m}$  прямой световод

Максимумы возбуждения локализованы между стержнями и первым оптически более плотным слоем оболочки брэгговского зеркала



$L=1.7\text{m}$   
 $R_{\text{изгиба}}=70\text{ cm}$

## Брэгговский световод с микроструктурированной сердцевиной



$\Delta\lambda/\lambda \sim 33\%$   
(1000-1400 nm)

## Заключение

- Предложена модель целиком стеклянного (без воздушных отверстий) поляризующего брэгговского световода с большим полем моды. Подавление мод высшего порядка и поляризационные свойства обусловлены созданием микроструктурированной сердцевины.
- Согласно предложенной модели реализован световод с площадью поля моды  $870 \text{ мкм}^2$ . Изгиб световода длиной 1,7 м с радиусом 70 см обеспечивает распространение лишь одной поляризационной составляющей фундаментальной моды с отношением экстинкции более 12 дБ в рекордно широком спектральном диапазоне.

The background features a complex, abstract pattern of light trails in shades of purple, blue, and white. These trails radiate from a central point, creating a sense of motion and depth. The colors transition from deep purple on the left to bright white and light blue on the right, with various shades of blue in between. The overall effect is reminiscent of a starburst or a dynamic energy field.

**Спасибо за внимание!**