

Всероссийская конференция по волоконной оптике  
12-14 октября, 2011

**Возбуждение  
поверхностного  
плазмонного резонанса  
модой шепчущей галереи в  
изогнутом волоконном  
световоде**

*Кульчин Ю.Н., Витрик О.Б., Дышлюк А.В.*



Институт автоматки и процессов управления ДВО РАН

# Сенсоры на основе поверхностного плазмонного резонанса

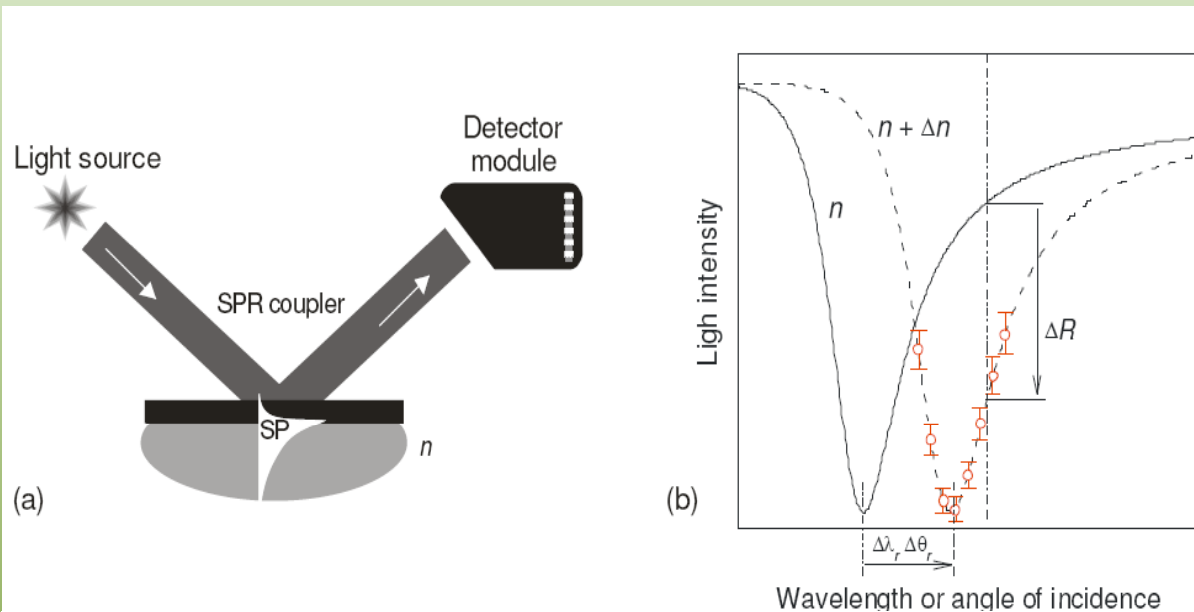


Fig. 1. (a) Scheme of an optical system of an SPR sensor. (b) Typical wavelength or angular spectra of light coupled with a surface plasmon. The refractive index change  $\Delta n$  results in the shift in the resonant wavelength  $\Delta\lambda_r$ , angle  $\Delta\theta_r$ , and the change in the amplitude of reflected light  $\Delta R$ .

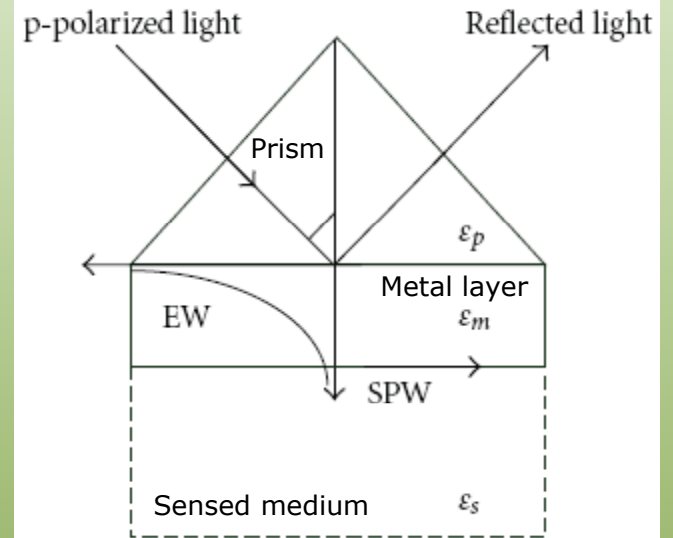


Figure 1: Kretschmann configuration for the excitation of surface plasmon at metal-dielectric interface [23]. © IEEE.

**Чувствительность:  $10^{-6} - 10^{-7}$**

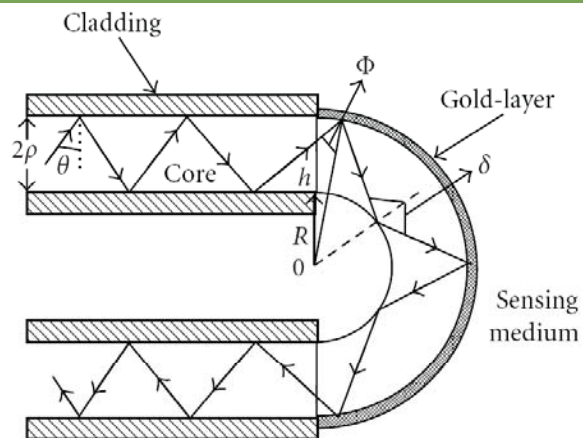


FIGURE 13: A typical U-shaped fiber optic SPR probe [31]. © IOP.

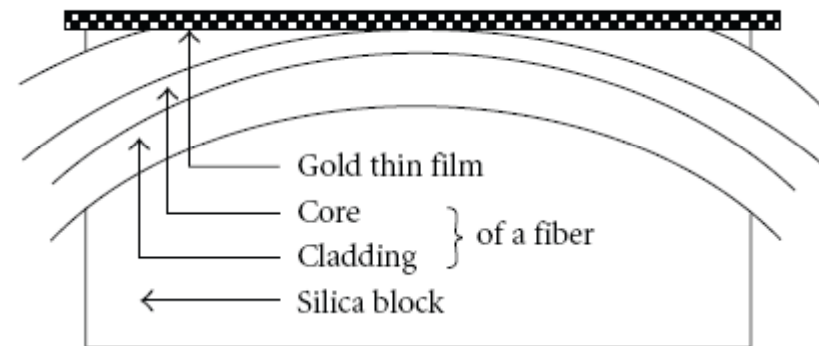
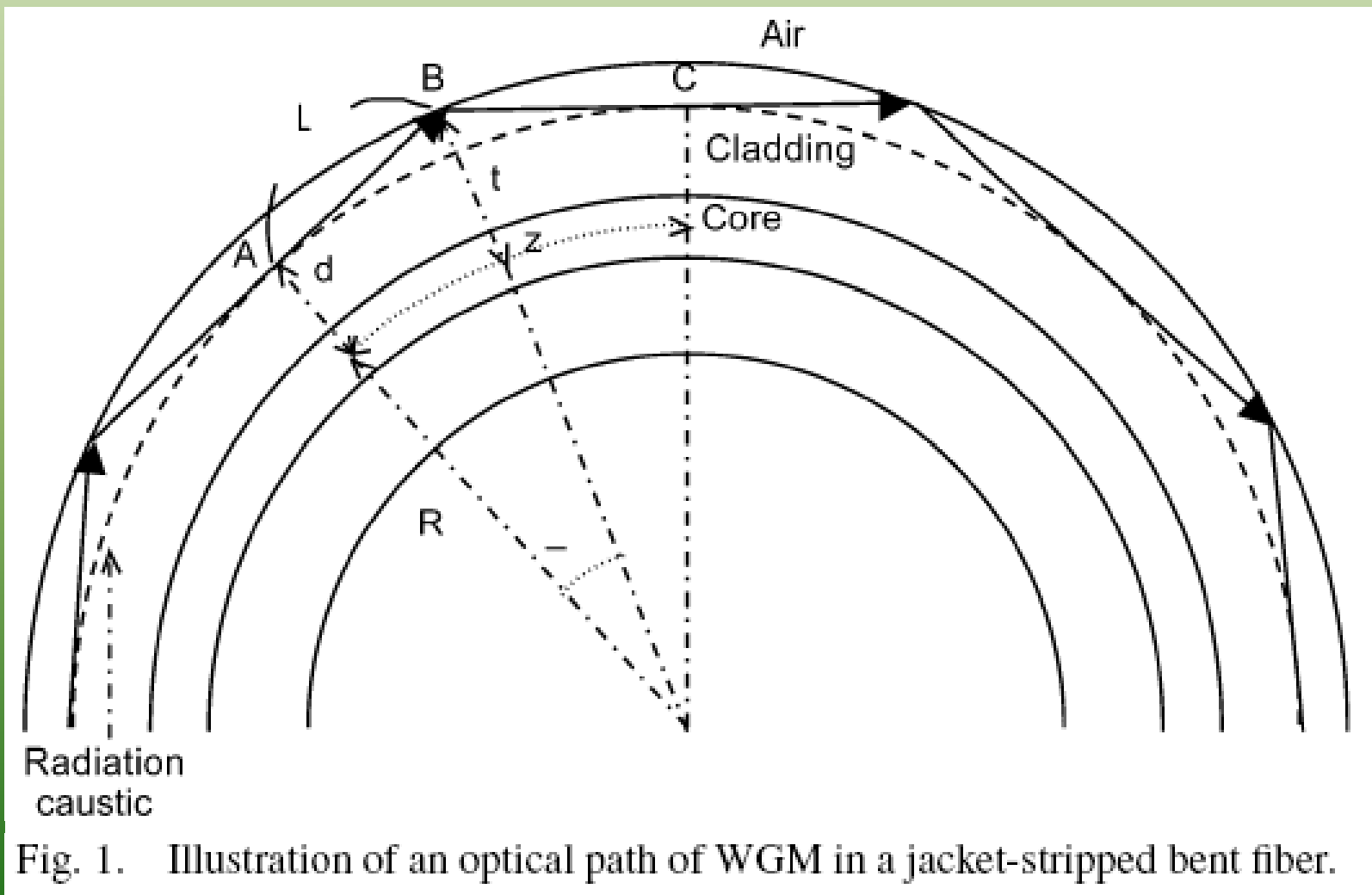
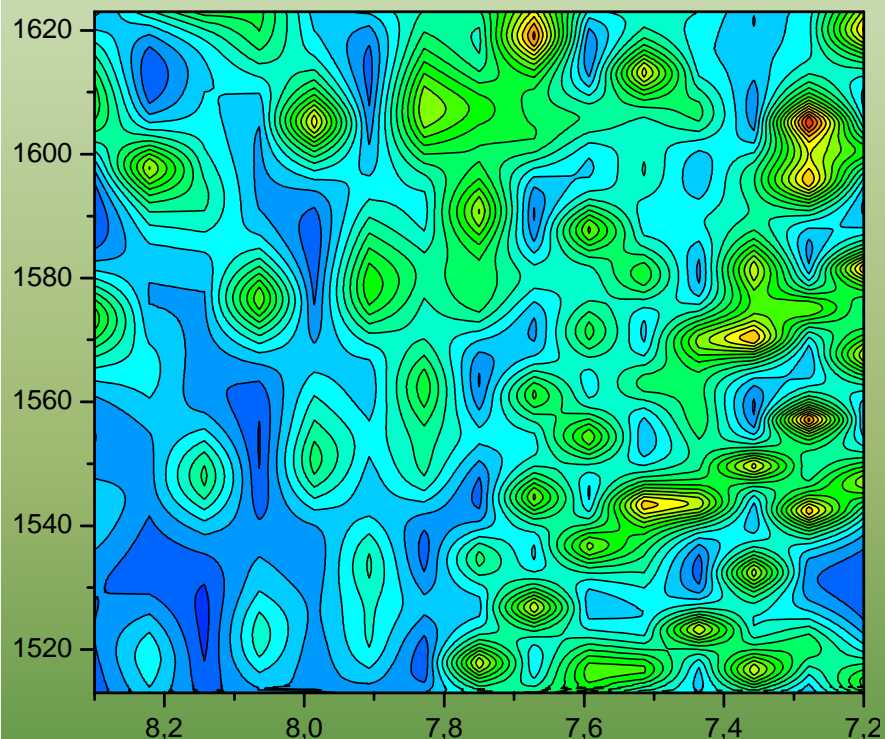


FIGURE 15: Side-polished single mode fiber optic SPR probe [23]. © IEEE.

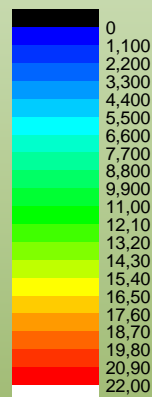
# Моды шепчущей галереи в изогнутом ОМ волоконном световоде



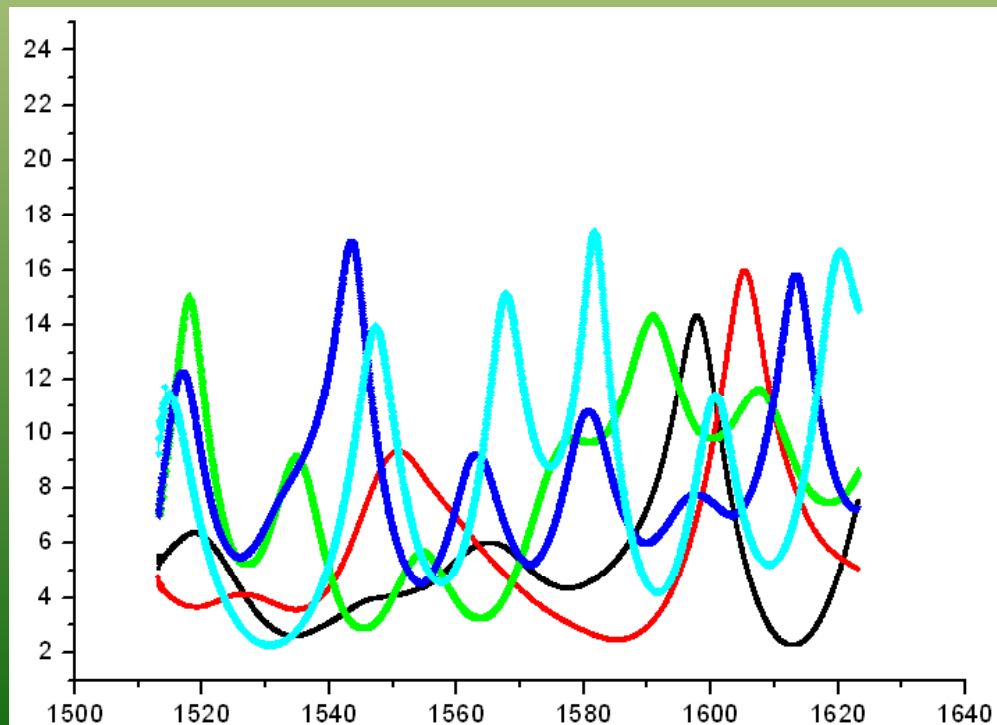
# Резонансное возбуждение моды шепчущей галереи при изгибе стандартного ОМ световода в петлю



Зависимость коэффициента ослабления (дБ) от длины волны (нм) и радиуса кривизны (мм)



Зависимость коэффициента ослабления (дБ) от длины волны (нм) для световода изогнутого с различным радиусом кривизны



# Возбуждение поверхностного плазмонного резонанса модой шепчущей галереи в изогнутом ВС

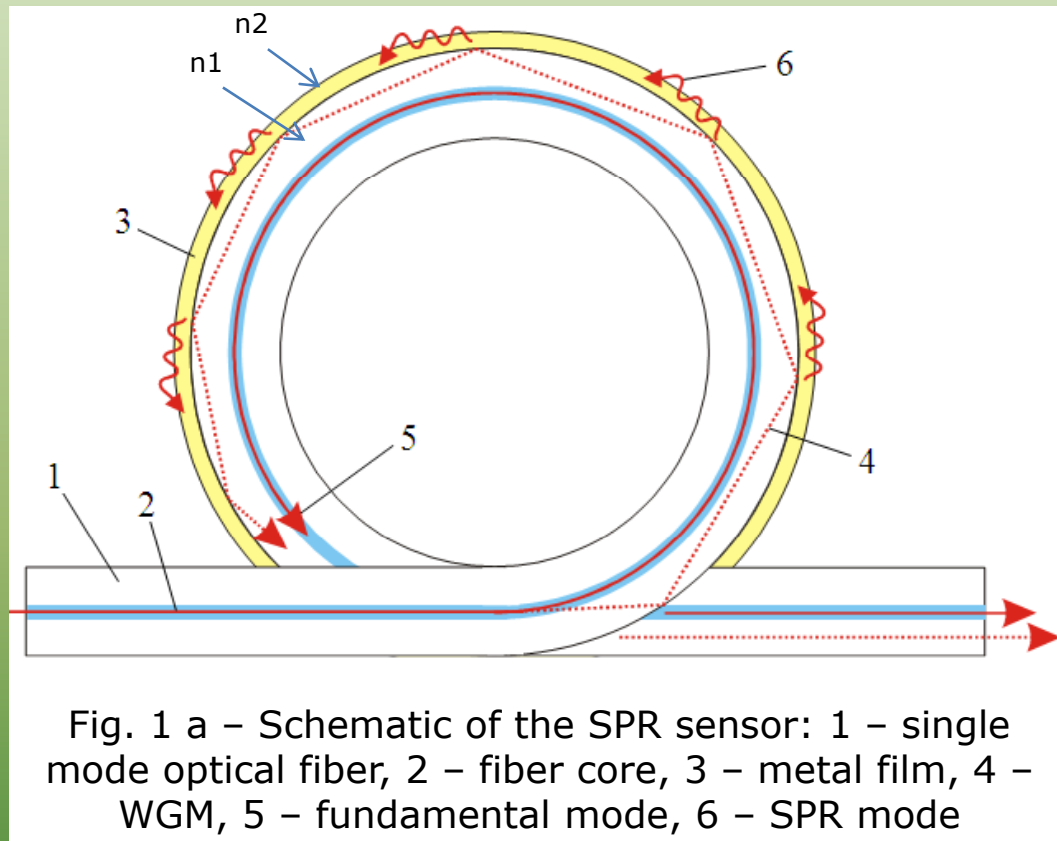


Fig. 1 a – Schematic of the SPR sensor: 1 – single mode optical fiber, 2 – fiber core, 3 – metal film, 4 – WGM, 5 – fundamental mode, 6 – SPR mode

Коэффициент отражения S- и P-поляризованной моды шепчущей галереи для различных металлов

Алюминий  
 $R1 = 0,773; R2 \sim 0$

Платина  
 $R1 = 0,284; R2 \sim 0$

Палладий  
 $R1 = 0,449; R2 \sim 0$

Золото  
 $R1 = 0,918; R2 = 0,026$

Серебро  
 $R1 = 0,98; R2 = 0,3$



**Единственный вариант**

**Поверхностный плазмонный резонанс может возбуждаться только P-поляризованным светом!**

Коэффициент отражения МШГ

**S-поляризация**

$$R1(n1, n2) := \exp \left( -2\pi \cdot 2 \operatorname{Re} \left( \frac{1}{\sqrt{\frac{n2^2}{n1^2} - 1}}} \right) \right)$$

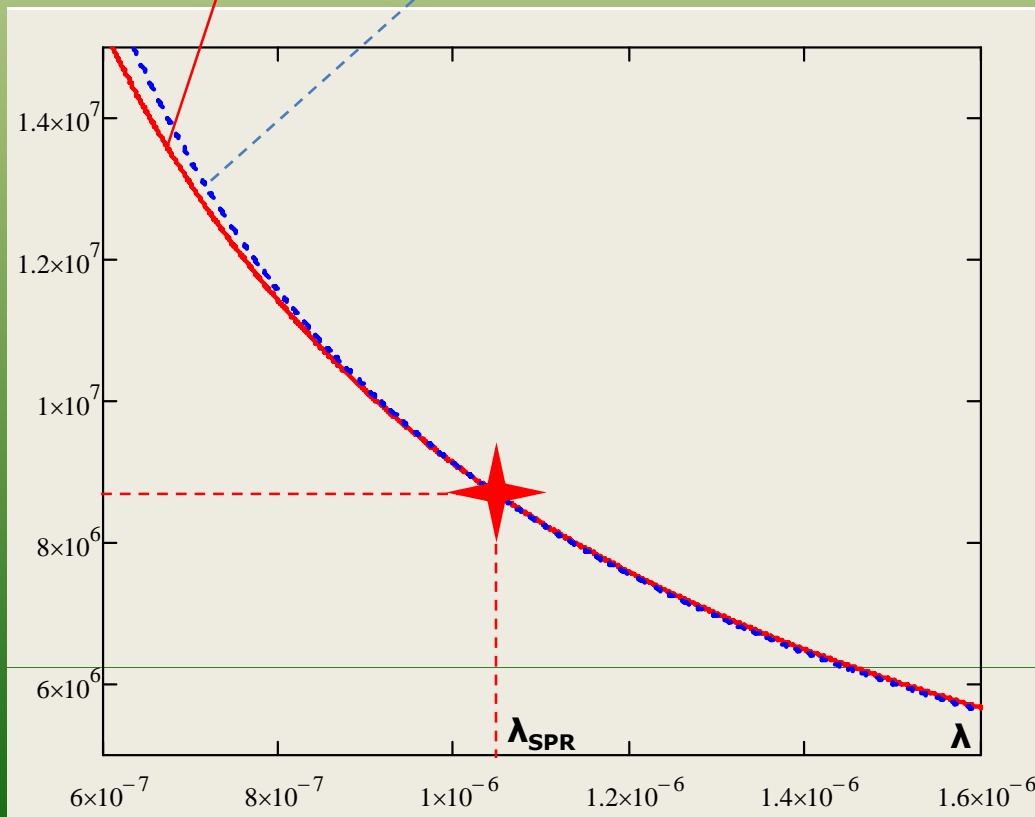
**P-поляризация**

$$R2(n1, n2) := \exp \left( -2\pi \cdot 2 \operatorname{Re} \left( \frac{1}{\sqrt{\frac{n1^2}{n2^2} - \frac{n1^4}{n2^4}}} \right) \right)$$

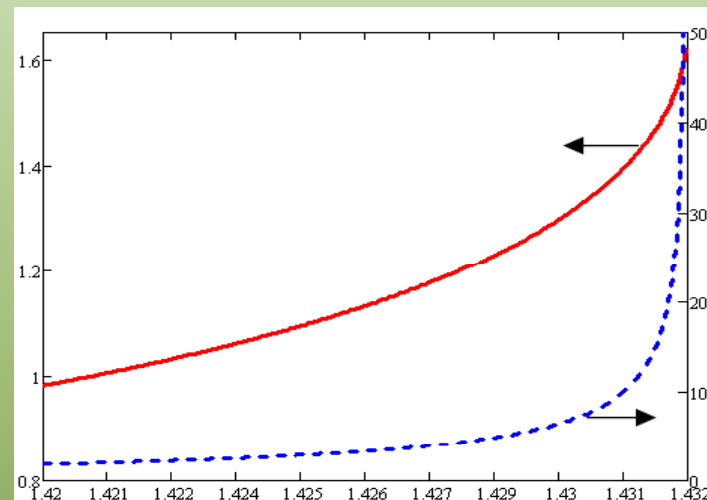
# Возбуждение поверхностного плазмонного резонанса модой шепчущей галереи в изогнутом ВС

Условие возбуждения ППР

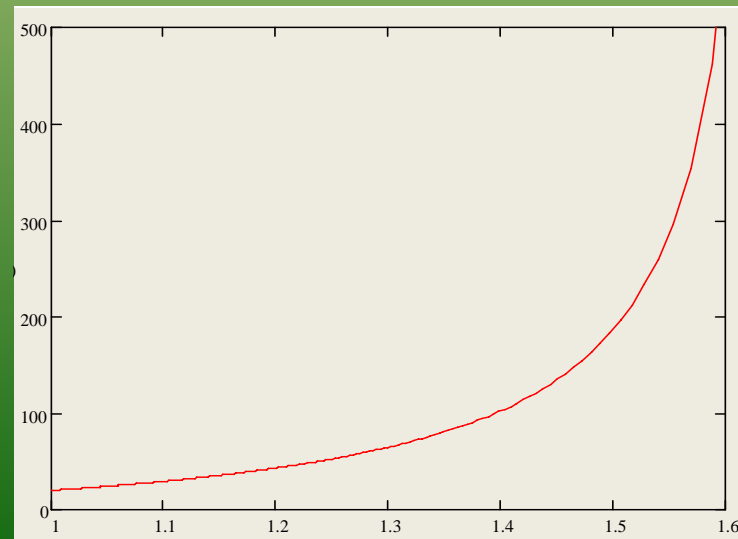
$$\frac{2\pi}{\lambda} n_1 \sin(\Theta) = \text{Re} \left[ \frac{2\pi}{\lambda} \left( \frac{\epsilon_m n_s^2}{\epsilon_m + n_s^2} \right)^{1/2} \right]$$



Зависимость длины волны ППР ( $\mu\text{m}$ ) и чувствительности ( $\mu\text{m}/\text{ЕПП}$ ) от ПП



Зависимость чувствительности ( $\mu\text{m}/\text{ЕПП}$ ) от длины волны ППР ( $\mu\text{m}$ )



# Заключение

- Предложен новый метод измерения показателя преломления жидких сред на основе возбуждения поверхностного плазмонного резонанса модой шепчущей галереи в изогнутом волоконном световоде.
- Чувствительность измерения показателя преломления резко увеличивается с ростом длины волны и может достигать  **$\sim 1800 \mu\text{m}/\text{ЕПП}$**  в районе 1635 нм. При этом соответствующая пороговая чувствительность составляет  **$10^{-8}$**  ЕПП, что превышает характеристики лучших известных рефрактометрических сенсоров на основе поверхностного плазмонного резонанса.